(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0099312
(43) 공개일자 2022년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12N 9/02 (2006.01) *A61L 9/01* (2006.01)
B01D 39/14 (2006.01) *C12P 7/40* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C12N 9/0008 (2013.01)
A61L 9/01 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0001403
(22) 출원일자 2021년01월06일
심사청구일자 2021년01월06일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김용환
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이진희
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

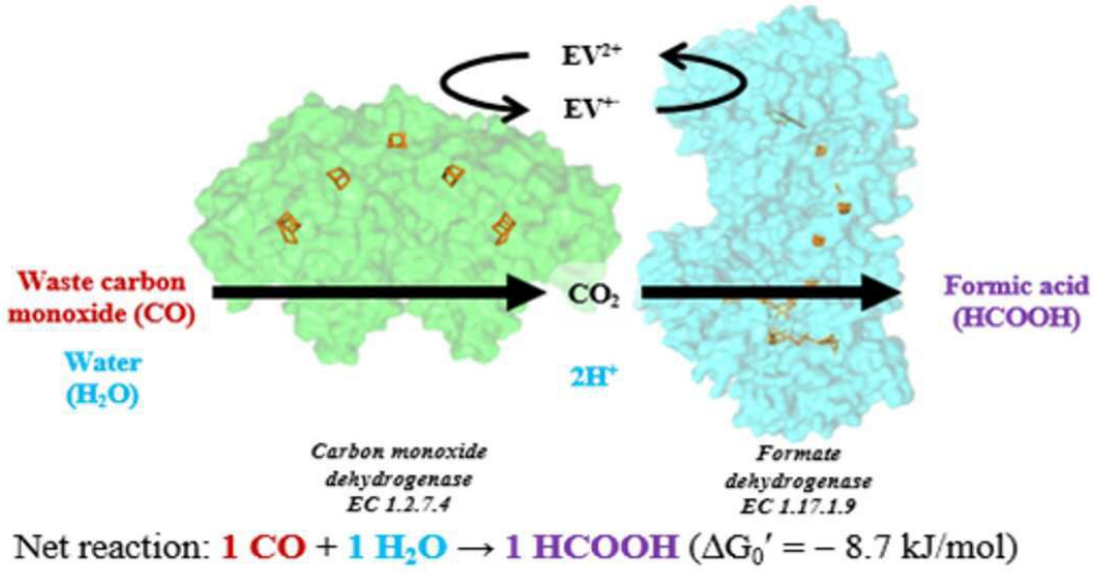
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소를 이용한 개미산의 제조 방법**

(57) 요 약

일 양상은 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소를 이용하여 상온 및 상압에서 폐가스 중 독성이 있는 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 부산물 없이 개미산으로 전환시킬 수 있으며, 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능한 조성물, 장치, 필터, 방법 등을 제공한다. 상기 조성물, 장치, 필터, 방법 등을 활용하여, 석유화학, 철강산업 등의 산업체, 담배 연소, 가정용 취사기구, 각종 보일러 연소 시 다량 배출되는 일산화탄소를 담배필터, 공기정화기, 가정용 취사기구 흡입필터, 가스보일러 등을 통해 제거가 가능한 바, 다양한 활용이 가능하다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 39/14 (2013.01)
C12P 7/40 (2022.01)
C12Y 102/01002 (2013.01)
C12Y 102/02001 (2013.01)
C12Y 102/07004 (2013.01)
(72) 발명자
황호원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
전병욱
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김석민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
강성혁
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711119400
과제번호 2020R1A5A1019631
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 미세플라스틱 대응 화공/바이오 융합 공정 연구센터
기 여 율 20/100
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2020.07.01 ~ 2021.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711103833
과제번호 2015M3D3A1A01064919
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 기후변화대응기술개발(R&D)
연구과제명 Non-acetogen 기반 CO 가스 이용 바이오폴리머 생산용 바이오촉매 및 원천기술 개발
기 여 율 80/100
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 카르복시도써머스속(*Carboxydothermus* sp.) 및 써모코커스속(*Thermococcus* sp.)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 속의 미생물 유래인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 II, 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 IV 및 써모코커스 온누리누스(*Thermococcus onnurineus*) 유래 일산화탄소 탈수소효소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 일산화탄소 탈수소효소인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 포름산 탈수소효소는 메틸로박테리움속(*Methylobacterium* sp.), 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) 및 로도박터속(*Rhodobacter* sp.)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 속의 미생물 유래인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 포름산 탈수소효소는 메틸로박테리움 엑스토쿠엔스(*Methylobacterium extorquens*) 유래 포름산 탈수소효소 I, 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) KNK65MA 유래 포름산 탈수소효소 및 로도박터 캡슐레이터스(*Rhodobacter capsulatus*) 유래 포름산 탈수소효소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 포름산 탈수소효소인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 전자전달체를 더 포함하는 개미산 제조용 조성물.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 전자전달체는 메틸 바이올로젠(Methyl viologen), 에틸 바이올로젠(Ethyl viologen), 벤질 바이올로젠(Benzyl viologen), NAD(nicotinamide adenine dinucleotide) 및 FAD(Flavin adenine dinucleotide)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 전자전달체인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 조성물 내 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소는 1:1 내지 1:3의 비율로 존재하는 것인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 9

청구항 6에 있어서, 상기 조성물의 pH는 5.0 내지 8.0인, 개미산 제조용 조성물.

청구항 10

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용 조성물.

청구항 11

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 조성물.

청구항 12

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 조성물.

청구항 13

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 장치.

청구항 14

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용 장치.

청구항 15

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 장치.

청구항 16

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 장치.

청구항 17

일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 필터.

청구항 18

일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 개미산의 제조 방법.

청구항 19

청구항 18에 있어서, 상기 접촉시키는 단계는 상기 가스를 일산화탄소 탈수소효소에 접촉시키는 단계; 및

상기 일산화탄소 탈수소효소와 접촉된 가스를 포름산 탈수소효소에 접촉시키는 단계로 이루어진 것인, 개미산의 제조 방법.

청구항 20

청구항 18에 있어서, 상기 가스는 연속적으로 공급되는 가스인, 개미산의 제조 방법.

청구항 21

청구항 18에 있어서, 상기 가스는 전자전달체와 동시에 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소에 접촉되는 것인, 개미산의 제조 방법.

청구항 22

일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 제거하는 방법.

청구항 23

일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 폐가스 처리 방법.

청구항 24

일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 공기 정화 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소를 이용한 개미산의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 철강산업, 석유화학산업 등의 산업체에서 배출하는 폐가스에는 상당량의 독성을 가지는 CO(carbon monoxide: 일산화탄소)가 포함되어 있다. 순수하게 분리된 일산화탄소는 다양한 화합물을 만들 수 있는 출발 원료가 될 수 있다. 그러나 폐가스에는 다양한 불순물이 포함되어 있어 산업폐가스에 포함되어 있는 일산화탄소를 직접적으로 화학반응의 원료로 이용하는 것은 상당히 기술적으로 어려운 문제이다. 이러한 이유로 대부분의 산업체는 일산화탄소가 포함된 산업폐가스를 연소시켜 일부 열에너지를 회수하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이 방법은 일산화탄소 연소를 통하여 이산화탄소가 다량 생성 배출되기에 최근 온실가스 저감에 대한 사회적인 관심이 커져서 이산화탄소 다량 배출에 대한 규제가 이루어지고 있어서 다른 대안 마련이 필요한 상황이다. 이리하여 폐가스에 포함된 일산화탄소를 단순 연소가 아니라 귀중한 탄소 자원으로 이용하려는 요구가 커지고 있다.

[0003] 한편, 화학산업 중에 오랫동안 사용되어 오고 있는 water gas shift reaction을 통하여 일산화탄소가 포함된 폐가스를 전환하는 연구가 있으며, 그 반응식은 하기 반응식 1과 같다:

[0004] [반응식 1]

[0005] $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$.

[0006] 상기 반응식 1에서 제시된 것은 일산화탄소를 물 분자와 반응시켜 수소 한 분자를 생성하는 것이다. 그러나 이 반응식에서 볼 수 있듯이 일산화탄소 연소 반응과 동일하게 동량의 이산화탄소가 발생하는 문제가 있어 일산화탄소를 탄소자원으로 이용하지 못하는 문제점이 있다. 또한 불순물이 다량 포함된 폐가스 전환은 상대적으로 어려워 사전에 폐가스로부터 일산화탄소를 순수 분리해야 하기에 경제적으로 부담이 가중될 수 있다.

[0007] 이에 반하여 초산 생성 미생물(acetogen)을 이용하여 폐가스 중의 일산화탄소를 에탄올로 만들려는 시도가 상당히 있어 왔다. 미생물의 대사과정을 이용하는 반응식은 하기 반응식 2와 같다:

[0008] [반응식 2]

[0009] $6CO + 3H_2O \rightarrow C_2H_5OH + 4CO_2$.

[0010] 상기 반응식 2에서 알 수 있듯이 일산화탄소의 탄소는 일부는 에탄올의 탄소로 전환되어 제품이 되나 대부분은 제품 속에 포함되지 않고 이산화탄소로 배출되는 문제가 있다. 그리고 이 반응은 이론상 반응식이고 미생물의 성장과 생존에는 더 많은 에너지가 필요하고 이를 이산화탄소 생성에서 발생하는 에너지를 이용하기 때문에 훨씬 더 많은 이산화탄소 배출이 발생하게 된다. 또한 미생물의 경우 폐가스에 포함된 일산화탄소에 대한 선택성을 가지기는 하나 불순물에 의하여 쉽게 생존율이 영향을 받을 수 있어 안정적으로 에탄올 생산이 어려운 단점이 존재한다.

[0011] 이에, 폐가스 내 일산화탄소를 제거하는 새로운 반응인 CO 수화 반응을 통하여 개미산을 생산하는 반응식을 실제로 구현하여 폐가스 중의 일산화탄소를 탄소원으로 이용하면서 이산화탄소 생성없이 완전하게 새로운 부가가치가 높은 개미산으로 재탄생시키는 기술을 제시하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2186734호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 일 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 조성물을 제공하는 것이다.

[0014] 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용

조성물을 제공하는 것이다.

[0015] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 조성물을 제공하는 것이다.

[0016] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 조성물을 제공하는 것이다.

[0017] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 장치를 제공하는 것이다.

[0018] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용 장치를 제공하는 것이다.

[0019] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 장치를 제공하는 것이다.

[0020] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 장치를 제공하는 것이다.

[0021] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 필터를 제공하는 것이다.

[0022] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 개미산의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0023] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 제거하는 방법을 제공하는 것이다.

[0024] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 폐가스 처리 방법을 제공하는 것이다.

[0025] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 공기 정화 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0026] 일 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 조성물을 제공한다.

[0027] 상기 개미산은 포름산(Formic acid)를 의미하며, 상기 조성물은 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킬 수 있다. 구체적으로, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 일산화탄소를 하기 반응식 4를 통해 이산화탄소로 전환시킬 수 있다:

[0028] [반응식 4]

[0029] $CO + H_2O + EM(\text{산화된 상태}) \rightarrow CO_2 + 2H^+ + EM(\text{환원된 상태})$.

[0030] 또한, 상기 포름산 탈수소효소는 이산화탄소를 하기 반응식 5를 통해 포름산으로 전환시킬 수 있다:

[0031] [반응식 5]

[0032] $CO_2 + 2H^+ + EM(\text{환원된 상태}) \rightarrow HCOOH + EM(\text{산화된 상태})$.

[0033] 따라서, 상기 조성물은 일산화탄소 또는 일산화탄소를 포함하는 가스(gas)에서 이산화탄소로 전환시키고, 상기

이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다.

[0034] 또한, 상기 조성물은 이산화탄소 또는 이산화탄소를 포함하는 가스(gas)에서 상기 이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다.

[0035] 또한, 상기 조성물은 개미산 제조 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다.

[0036] 상기 일산화탄소 탈수소효소는 천연으로부터 유래될 수도 있고, 당해 분야에서 널리 공지된 다양한 단백질 합성 방법으로 획득할 수 있다. 일례로서, 폴리뉴클레오티드 재조합과 단백질 발현 시스템을 이용하여 제조하거나 단백질 합성과 같은 화학적 합성을 통하여 시험관 내에서 합성하는 방법 및 무세포 단백질 합성법 등으로 제조될 수 있다. 또한, 일례로서, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 펩티드, 식물 유래 조직이나 세포의 추출물, 미생물(예를 들어 세균류 또는 진균류, 그리고 특히 효모)의 배양으로 얻어진 생산물일 수 있다.

[0037] 용어 "단백질(Protein)"는 아마이드 결합 (또는 펩티드 결합)으로 연결된 2개 이상의 아미노산으로 이루어진 폴리머를 의미한다.

[0038] 용어 '발현(expression)'은 폴리펩티드(polypeptide)이 구조 유전자로부터 생산되는 과정을 지칭한다. 상기 과정은 유전자(폴리뉴클레오티드)의 mRNA로의 전사, 및 이러한 mRNA의 폴리펩티드(단백질)(들)로의 해독을 포함한다.

[0039] 용어 '재조합'은 세포가 이종의 핵산을 복제하거나, 상기 핵산을 발현하거나 또는 펩티드, 이종의 펩티드 또는 이종의 핵산에 의해 코딩된 단백질을 발현하는 세포를 지칭하는 것이다. 재조합 세포는 상기 세포의 천연 형태에서는 발견되지 않는 유전자 또는 유전자 절편을, 센스 또는 안티센스 형태 중 하나로 발현할 수 있다. 또한 재조합 세포는 천연 상태의 세포에서 발견되는 유전자를 발현할 수 있으며, 그러나 상기 유전자는 변형된 것으로써 인위적인 수단에 의해 세포 내 재도입된 것이다.

[0040] 상기 일산화탄소 탈수소효소는 일산화탄소 탈수소효소의 아미노산 서열과 각각 약 70% 이상, 약 75% 이상, 약 80% 이상, 약 85%이상, 약 90% 이상, 약 92% 이상, 약 95% 이상, 약 97% 이상, 약 98% 이상, 또는 약 99% 이상의 서열 상동성을 갖는 단백질을 포함할 수 있다. 상기 일산화탄소 탈수소효소는 일산화탄소 탈수소효소의 동질효소일 수 있고, 예를 들어, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 무렐라속(*Moorella* sp.), 로드스피릴룸속(*Rhodospirillum* sp.), 메타노코쿠스속(*Methanococcus* sp.), 메타노사르시나속(*Methanosarcina* sp.), 메타노써모박터속(*Methanothermobacter* sp.), 클로스티리듐속(*Clostridium* sp.), 올리고트로파속(*Oligotropha* sp.), 에르피룸속(*Aeropyrum* sp.), 페로글로버스속(*Ferroglobus* sp.) 및 써모코커스속(*Thermococcus* sp.)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 속의 미생물 유래일 수 있다.

[0041] 구체적으로, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 무렐라 써모아세티카(*Moorella thermoacetica*), 로도스피릴룸 루브룸(*Rhodospirillum rubrum*), 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*), 메타노코쿠스 바니엘리(*Methanococcus vannielii*), 메타노사르시나 바커리(*Methanosarcina barkeri*), 메타노써모박터 써마우토트로피커스(*Methanothermobacter thermautotrophicus*), 클로스티리듐 파스튜리아늄(*Clostridium pasteurianum*), 올리고트로파 카르복시도보란스(*Oligotropha carboxidovorans*), 에르피룸 페르닉스(*Aeropyrum pernix*), 페로글로버스 플라씨더스(*Ferroglobus placidus*), 클로스티리듐 아우토에타노게눔(*Clostridium autoethanogenum*), 클로스트리듐 라그스달레이(*Clostridium ragsdalei*), 클로스티리듐 리융달리(*Clostridium ljungdahlii*), 클로스티리듐 스카톨로게네스(*Clostridium scatologenes*), 클로스티리듐 아세토뷰틸리쿰(*Clostridium acetobutylicum*), 클로스티리듐 베이예린키(*Clostridium beijerinckii*), 클로스티리듐 페르프린겐스(*Clostridium perfringens*), 클로스티리듐 써모셀룸(*Clostridium thermocellum*), 클로스티리듐 클루이베리(*Clostridium kluyveri*), 클로스티리듐 보툴리늄(*Clostridium botulinum*) 및 써모코커스 온누리누스(*Thermococcus onnurineus*)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 미생물 유래 일산화탄소 탈수소효소일 수 있다.

[0042] 보다 구체적으로, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 II, 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 IV 및 써모코커스 온누리누스(*Thermococcus onnurineus*) 유래 일산화탄소 탈수소효소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 일산화탄소 탈수소효소일 수 있다.

[0043] 상기 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 II는 서열번호 1의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드일 수 있고, 상기 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 IV는 서열번호 2의 아미노산 서열로 이

루어진 폴리펩티드일 수 있고, 상기 써모코커스 온누리누스(*Thermococcus onnurineus*) 유래 일산화탄소 탈수소효소는 서열번호 3의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드일 수 있다.

[0044] 또한, 상기 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 II는 서열번호 11의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있고, 상기 카르복시도써머스 하이드로게노포르만스(*Carboxydothermus hydrogenoformans*) 유래 일산화탄소 탈수소효소 IV는 서열번호 12의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있고, 상기 써모코커스 온누리누스(*Thermococcus onnurineus*) 유래 일산화탄소 탈수소효소는 서열번호 13의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있다.

[0045] 용어 "상동성(Homology)"은 야생형 아미노산 서열과의 유사한 정도를 나타내기 위한 것으로서, 이러한 상동성의 비교는 당업계에서 널리 알려진 비교 프로그램을 이용하여 수행할 수 있으며, 2개 이상의 서열간 상동성을 백분율(%)로 계산할 수 있다.

[0046] 또한, 보다 나은 화학적 안정성, 강화된 약리 특성(반감기, 흡수성, 역가, 효능 등), 변경된 특이성(예를 들어, 광범위한 생물학적 활성 스펙트럼), 감소된 항원성을 획득하기 위하여, 상기 일산화탄소 탈수소효소의 N- 또는 C-말단에 보호기가 결합되어 있을 수 있다. 상기 보호기는 아세틸기, 플루오레닐 메톡시 카르보닐기, 포르밀기, 팔미토일기, 미리스틸기, 스테아릴기 또는 폴리에틸렌글리콜(PEG)일 수 있으나, 상기 일산화탄소 탈수소효소의 개질, 특히 일산화탄소 탈수소효소의 안정성을 증진시킬 수 있는 성분이라면, 제한없이 포함될 수 있다.

[0047] 상기 용어 "안정성"은 생체 내 단백질 절단 효소의 공격으로부터 상기 일산화탄소 탈수소효소를 보호하는 인 비보(in vivo) 안정성뿐만 아니라, 저장 안정성(예컨대, 상온 저장 안정성)도 의미하는 것일 수 있다.

[0048] 아울러, 상기 일산화탄소 탈수소효소는 표적화 서열, 태그 (tag), 표지된 잔기를 위한 특정 목적으로 제조된 아미노산 서열도 추가적으로 포함할 수 있고, 구체적으로 His-tag 말단의 단백질과 결합된 형태일 수 있다.

[0049] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 포름산 탈수소효소는 천연으로부터 유래될 수도 있고, 당해 분야에서 널리 공지된 다양한 단백질 합성 방법으로 획득할 수 있다. 일례로서, 폴리뉴클레오티드 재조합과 단백질 발현 시스템을 이용하여 제조하거나 단백질 합성과 같은 화학적 합성을 통하여 시험관 내에서 합성하는 방법 및 무세포 단백질 합성법 등으로 제조될 수 있다. 또한, 일례로서, 상기 포름산 탈수소효소는 펩티드, 식물 유래 조직이나 세포의 추출물, 미생물(예를 들어 세균류 또는 진균류, 그리고 특히 효모)의 배양으로 얻어진 생산물일 수 있다.

[0050] 상기 포름산 탈수소효소는 포름산 탈수소효소의 아미노산 서열과 각각 약 70% 이상, 약 75% 이상, 약 80% 이상, 약 85%이상, 약 90% 이상, 약 92% 이상, 약 95% 이상, 약 97% 이상, 약 98% 이상, 또는 약 99% 이상의 서열 상동성을 갖는 단백질을 포함할 수 있다. 상기 포름산 탈수소효소는 포름산 탈수소효소의 동질효소일 수 있고, 예를 들어, 상기 포름산 탈수소효소는 메틸로박테리움속(*Methylobacterium* sp.), 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) 및 로도박터속(*Rhodobacter* sp.)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 속의 미생물 유래일 수 있다.

[0051] 구체적으로, 상기 포름산 탈수소효소는 메틸로박테리움 엑스토쿠엔스(*Methylobacterium extorquens*), 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) KNK65MA 및 로도박터 캡슐레이터스(*Rhodobacter capsulatus*)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 미생물 유래일 수 있다.

[0052] 보다 구체적으로 상기 포름산 탈수소효소는 메틸로박테리움 엑스토쿠엔스(*Methylobacterium extorquens*) 유래 포름산 탈수소효소 I, 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) KNK65MA 유래 포름산 탈수소효소 및 로도박터 캡슐레이터스(*Rhodobacter capsulatus*) 유래 포름산 탈수소효소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 포름산 탈수소효소일 수 있다.

[0053] 상기 메틸로박테리움 엑스토쿠엔스(*Methylobacterium extorquens*) 유래 포름산 탈수소효소 I는 서열번호 4의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드인 MeFDH I α subunit 및 서열번호 5의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드인 MeFDH I β subunit으로 이루어질 수 있고, 상기 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) KNK65MA 유래 포름산 탈수소효소는 서열번호 6의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드일 수 있고, 상기 로도박터 캡슐레이터스(*Rhodobacter capsulatus*) 유래 포름산 탈수소효소는 서열번호 7의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드인 RcFDH α subunit, 서열번호 8의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드인 RcFDH β subunit 및 서열번호 9의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드인 RcFDH γ subunit으로 이루어질 수 있다.

[0054] 또한, 상기 메틸로박테리움 엑스토쿠엔스(*Methylobacterium extorquens*) 유래 포름산 탈수소효소 I는 서열번호

17의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdh1A 및 서열번호 18의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdh1B가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있고, 상기 싸이오바실러스속(*Thiobacillus* sp.) KNK65MA 유래 포름산 탈수소효소는 서열번호 21의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있고, 상기 로도박터 캡슐레이터스(*Rhodobacter capsulatus*) 유래 포름산 탈수소효소는 서열번호 23의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdsA, 서열번호 24의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdsB, 서열번호 25의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdsG, 서열번호 26의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdsC 및 서열번호 27의 염기 서열로 이루어진 폴리뉴클레오티드인 fdsD가 코딩하는 폴리펩티드일 수 있다.

[0055] 또한, 보다 나은 화학적 안정성, 강화된 약리 특성(반감기, 흡수성, 역가, 효능 등), 변경된 특이성(예를 들어, 광범위한 생물학적 활성 스펙트럼), 감소된 항원성을 획득하기 위하여, 상기 포름산 탈수소효소의 N- 또는 C-말단에 보호기가 결합되어 있을 수 있다. 상기 보호기는 아세틸기, 플루오레닐 메톡시 카르보닐기, 포르밀기, 팔미토일기, 미리스틸기, 스테아릴기 또는 폴리에틸렌글리콜(PEG)일 수 있으나, 상기 포름산 탈수소효소의 개질, 특히 포름산 탈수소효소의 안정성을 증진시킬 수 있는 성분이라면, 제한없이 포함될 수 있다.

[0056] 아울러, 상기 포름산 탈수소효소는 표적화 서열, 태그 (tag), 표지된 잔기를 위한 특정 목적으로 제조된 아미노산 서열도 추가적으로 포함할 수 있고, 구체적으로 His-tag 말단의 단백질과 결합된 형태일 수 있다.

[0057] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 개미산 제조용 조성물은 전자전달체를 더 포함할 수 있다.

[0058] 상기 조성물은 전자전달체를 추가로 포함할 경우, 보다 개미산 제조 효율이 증가될 수 있다.

[0059] 상기 전자전달체는 천연 전자전달체 또는 인공 전자전달체일 수 있다. 또한, 상기 전자전달체는 바이올로젠(viologen)기를 가지는 전자전달체 및 아데닌 디뉴클레오티드(adenine dinucleotide)기를 가지는 전자전달체로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 전자전달체일 수 있고, 예를 들어, 알킬 바이올로젠(alkyl viologen), 벤질 바이올로젠(benzyl viologen), NAD(nicotinamide adenine dinucleotide) 및 FAD(Flavin adenine dinucleotide)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 전자전달체일 수 있고, 상기 알킬 바이올로젠(alkyl viologen)은 메틸 바이올로젠(methyl viologen), 에틸 바이올로젠(ethyl viologen), 프로필 바이올로젠(propyl viologen) 등을 포함할 수 있다.

[0060] 구체적으로, 상기 전자전달체는 메틸 바이올로젠(Methyl viologen), 에틸 바이올로젠(Ethyl viologen), 벤질 바이올로젠(Benzyl viologen), NAD(nicotinamide adenine dinucleotide) 및 FAD(Flavin adenine dinucleotide)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 전자전달체일 수 있고, 보다 구체적으로, 메틸 바이올로젠(methyl viologen) 및 에틸 바이올로젠(ethyl viologen)로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 전자전달체일 수 있다.

[0061] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 조성물 내 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소는 1:1 내지 1:3의 비율로 존재할 수 있다.

[0062] 구체적으로, 상기 조성물 내 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소는 1:1 내지 1:3, 1:1 내지 1:2.5, 1:1 내지 1:2.25, 1.5:1 내지 1.5:3, 1.5:1 내지 1.5:2.5, 1.5:1 내지 1.5:2.25, 1.75:1 내지 1.75:3, 1.75:1 내지 1.75:2.5 또는 1.75:1 내지 1.75:2.25의 비율로 존재할 수 있으며, 상기 비율은 구체적으로 몰비일 수 있다.

[0063] 상기 조성물 내 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소의 존재 비율이 1:1 내지 1:3인 경우, 개미산이 최대로 생산될 수 있다.

[0064] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 조성물의 pH는 5.0 내지 8.0, 5.0 내지 7.5, 5.0 내지 7.0, 5.5 내지 8.0, 5.5 내지 7.5, 5.5 내지 7.0, 6.0 내지 8.0, 6.0 내지 7.5 또는 6.0 내지 7.0일 수 있다.

[0065] 상기 조성물의 pH가 5.0 미만인 경우, 상기 일산화탄소 탈수소효소의 활성이 저하될 수 있고, 상기 조성물의 pH가 8.0 초과인 경우, 상기 포름산 탈수소효소의 활성이 저하되어, 개미산 제조 효율이 저하될 수 있다.

[0066] 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용 조성물을 제공한다.

[0067] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0068] 상기 조성물은 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이

산화탄소를 제거시킬 수 있으며, 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0069] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 조성물을 제공한다.

[0070] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0071] 상기 폐가스는 석유화학, 철강산업 등의 산업체, 담배 연소, 가정용 취사기구, 각종 보일러 연소 시 다량 배출되는 폐가스일 수 있고, 구체적으로 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 다량 함유하는 폐가스일 수 있다.

[0072] 상기 조성물은 폐가스 내 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 폐가스를 처리할 수 있으며, 처리 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0073] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 조성물을 제공한다.

[0074] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0075] 상기 조성물은 공기 중 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 공기를 정화할 수 있으며, 공기 정화 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0076] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 개미산 제조용 장치를 제공한다.

[0077] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소", "개미산" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0078] 상기 장치는 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킬 수 있으며, 제조 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적으로, 상기 장치는 일산화탄소 또는 일산화탄소를 포함하는 가스(gas)에서 이산화탄소로 전환시키고, 상기 이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다.

[0079] 또한, 상기 장치는 이산화탄소 또는 이산화탄소를 포함하는 가스(gas)에서 상기 이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다. 구체적인 개미산 제조 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0080] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자 제거용 장치를 제공한다.

[0081] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0082] 상기 장치는 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시킬 수 있으며, 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0083] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 폐가스 처리용 장치를 제공한다.

[0084] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소", "폐가스" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0085] 상기 장치는 폐가스 내 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 폐가스를 처리할 수 있으며, 처리 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0086] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 공기 정화용 장치를 제공한다.

[0087] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0088] 상기 장치는 공기 중 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 공기를 정화할 수 있으며, 공기 정화 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하

다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0089] 또 다른 양상은 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)를 포함하는 필터를 제공한다.

[0090] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0091] 상기 필터는 일산화탄소 및/또는 이산화탄소와 접촉하여 개미산으로 전환시킴으로써, 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시킬 수 있으며, 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0092] 상기 필터는 담배 필터, 공기청정기 필터 등 일산화탄소 및/또는 이산화탄소가 발생되는 장소에서 다양한 필터에 적용될 수 있으며, 나아가 유해 가스 처리 기술이 필요한 산업 현장, 공기 내 유해 물질 살균/제거 정화기술 및 시스템, 차량, 열차 등 이동수단 내 실내 공기질 관리를 위한 처리시설 및 관련기술, 환기효율 및 경제적 환기를 위한 기술 및 장치, 공기청정기, 에어컨, 환풍기 등과 같은 실내공기 정화장치 등에 포함될 수 있다.

[0093] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 개미산의 제조 방법을 제공한다.

[0094] 상기 "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소", "개미산" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0095] 상기 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시켜 개미산을 상온, 상압에서 쉽게 효율적으로 제조할 수 있다.

[0096] 구체적으로, 상기 일산화탄소 탈수소효소가 일산화탄소 및/또는 일산화탄소를 포함하는 가스(gas)에서 일산화탄소를 이산화탄소로 전환시키고, 상기 포름산 탈수소효소가 이산화탄소를 개미산으로 연속적으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다.

[0097] 또한, 상기 포름산 탈수소효소가 이산화탄소 및/또는 이산화탄소를 포함하는 가스에서 이산화탄소를 개미산으로 전환시켜 개미산을 제조하는 것일 수 있다. 구체적인 개미산 제조 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0098] 또한, 상기 일산화탄소 탈수소효소 및/또는 포름산 탈수소효소는 개미산 제조 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다.

[0099] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 접촉시키는 단계는 상기 가스를 일산화탄소 탈수소효소에 접촉시키는 단계; 및

[0100] 상기 일산화탄소 탈수소효소와 접촉된 가스를 포름산 탈수소효소에 접촉시키는 단계로 이루어진 것일 수 있다.

[0101] 상기 개미산의 제조 방법은 상기 가스를 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소를 동시에 접촉시킬 수도 있으나, 순차적으로 일산화탄소 탈수소효소에 먼저 접촉시킨 후, 포름산 탈수소효소에 접촉시킬 수 있다.

[0102] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 가스는 연속적으로 공급되는 가스일 수 있다.

[0103] 상기 가스가 연속적으로 공급되는 경우, 일산화탄소 탈수소효소 및/또는 포름산 탈수소효소는 재사용이 가능하므로 연속적으로 개미산을 생성할 수 있다.

[0104] 상기 연속적으로 공급되는 가스의 양이 증가되는 경우, 개미산 생성 속도도 증가할 수 있다.

[0105] 또한, 일 양상에 있어서, 상기 가스는 전자전달체와 동시에 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소에 접촉되는 것일 수 있다.

[0106] 상기 "전자전달체"는 전술한 범위 내일 수 있으며, 상기 전자전달체를 추가적으로 접촉시키는 경우, 보다 개미산 제조 효율이 증가될 수 있다.

[0107] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 제거하는 방법을 제공한다.

[0108] 상기 "가스", 일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0109] 상기 가스를 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소에 접촉시킴으로써 일산화탄소 및/또는 이

산화탄소를 제거시킬 수 있으며, 상기 효소들은 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0110] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 폐가스 처리 방법을 제공한다.

[0111] 상기 "가스", "일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소", "폐가스" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0112] 상기 가스를 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소에 접촉시킴으로써 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 폐가스를 처리할 수 있으며, 상기 효소들은 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0113] 또 다른 양상은 일산화탄소 및 이산화탄소로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나의 분자를 포함하는 가스(gas)를 일산화탄소 탈수소효소(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase)에 접촉시키는 단계를 포함하는 공기 정화 방법을 제공한다.

[0114] 상기 "가스", 일산화탄소 탈수소효소", "포름산 탈수소효소" 등은 전술한 범위 내일 수 있다.

[0115] 상기 가스를 상기 일산화탄소 탈수소효소 및 상기 포름산 탈수소효소에 접촉시킴으로써 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 제거시켜 공기를 정화할 수 있으며, 상기 효소들은 제거 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 구체적인 일산화탄소 및/또는 이산화탄소의 제거 메커니즘은 전술한 범위 내일 수 있다.

발명의 효과

[0116] 일 양상에 따른 개미산의 제조 방법에 따르면, 일산화탄소 탈수소효소 및 포름산 탈수소효소를 이용하여 상온 및 상압에서 폐가스 중 독성이 있는 일산화탄소 및/또는 이산화탄소를 부산물 없이 개미산으로 전환시킬 수 있으며, 상기 효소들은 효율이 떨어지지 않은 상태로 재사용이 가능하다. 일 양상에 따른 개미산의 제조 방법은 석유화학, 철강산업 등의 산업체, 담배 연소, 가정용 취사기구, 각종 보일러 연소 시 다량 배출되는 일산화탄소를 담배필터, 공기정화기, 가정용 취사기구 흡입필터, 가스보일러 등을 통해 제거가 가능한 바, 다양한 활용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0117] 도 1은 CO 수화반응을 촉매하는 효소와 개미산 생산 개념도를 나타낸다(EV는 ethyl viologen으로 일종의 electron mediator로 사용되는 화합물임).

도 2는 전자전달체의 종류에 따른 자유에너지값을 도식화한 도이다(Md_{ox}: 산화된 형태의 전자 매개체, 반응 초기 상태의 자유 에너지를 0으로 가정하였음).

도 3은 반응 pH에 따른 ChCODH II(검은색)와 MeFDH I(빨간색)의 상대적인 활성 변화를 측정한 도이다.

도 4는 100 mL 기포 탑 반응기에 지속적인 가스 유입을 하여 실험한 CO 수화 효소 반응의 개미산 농도의 시간별 변화를 나타낸 도이다(50% CO, 50% CO_2 가스를 사용함).

도 5는 CO 50%를 포함하는 조제 가스(검정색)와 실제 제철산업 배출 폐가스(붉은색)를 이용하여 CO 수화반응을 수행할 때 생성되는 개미산의 시간에 따른 변화를 나타낸 도이다.

도 6은 CO 수화 효소 반응의 반복 사용 가능성을 확인한 도이다(검은색: 50% CO, 50% CO_2 가스, 빨간색: 실제 제철산업 발생 폐가스 LDG).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0118] 이하 본 발명을 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 이들 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0119] **참조예**

[0120] 실시예에서는 하기 반응식 3과 같은 새로운 일산화탄소 수화 반응을 제시한다:

[0121] [반응식 3]

[0122] $CO + H_2O \rightarrow HCOOH$.

[0123] 상기 반응식 3을 보면 일산화탄소 분자에 물 분자가 결합되어 개미산이 생성되며, 어떠한 이산화탄소 생성없이 일산화탄소에 원래 포함되어 있는 탄소원자가 개미산의 탄소 원자로 완전하게 전환되는 것을 알 수 있다. 이러한 반응을 진행하기 위하여 두가지 효소가 하단의 반응식 4 및 5와 같이 연계되어 반응을 진행한다:

[0124] [반응식 4]

[0125] $CO + H_2O + EM(산화된\ 상태) \rightarrow CO_2 + 2H^+ + EM(환원된\ 상태)$

[0126] [반응식 5]

[0127] $CO_2 + 2H^+ + EM(환원된\ 상태) \rightarrow HCOOH + EM(산화된\ 상태)$

[0128] EM: electron mediator (전자전달체).

[0129] 상기 반응식 4의 반응은 CO를 산화하는 효소인 CO dehydrogenase가 촉매하며, 상기 반응식 5의 반응은 formate dehydrogenase가 촉매한다. 이를 개념도로 나타내면 도 1과 같다.

[0130] 도 1에서 확인할 수 있듯이 상기 반응식 3의 반응에서 개미산 생성의 자유에너지 차이는 음의 값인 -8.7 kJ/mol이기에 외부 에너지 투입없이 반응을 진행할 수 있다는 것을 의미한다. 원활한 반응 수행을 위해서는 반응을 촉매하는 효소(CO dehydrogenase, formate dehydrogenase) 외에 이들 전자전달체체가 이들 두 효소 간에 전자를 전달할 수 있어야 한다. 전자를 전달하기 위해서는 전자전달체가 효소와 결합 반응을 할 수 있어야 하며 동시에 CO를 산화하면서 생긴 환원력을 CO_2를 환원하는데 충분한 상태로 보전하여 이용할 수 있어야 한다.

[0131] **실시예**

[0132] **실시예 1. CODH(Carbon monoxide dehydrogenase) 및 FDH(formate dehydrogenase)의 제조**

[0133] **(1) CODH와 FDH의 클로닝**

[0134] ChCODH II(서열번호 1), ChCODH IV(서열번호 2), ToCODH(서열번호 3)(각각 *Carboxydothermus hydrogenoformans*에서 유래된 II, IV 유형의 CODH 및 *Thermococcus onnurineus*에서 유래된 CODH), MeFDH I(MeFDH I α subunit: 서열번호 4; MeFDH I β subunit: 서열번호 5), TsFDH(서열번호 6) 및 RcFDH(RcFDH α subunit: 서열번호 7; RcFDH β subunit: 서열번호 8; RcFDH γ subunit: 서열번호 9)(각각 *Methylobacterium extorquens*에서 유래된 I 유형의 FDH, *Thiobacillus* sp. KNK65MA에서 유래된 FDH 및 *Rhodobacter capsulatus*에서 유래된 FDH)의 발현과 정제 과정은 하기와 같았다.

[0135] CODH들(ChCODH II, ChCODH IV 및 ToCODH)의 경우, 우선 pET-28a(+) 벡터(vector)(서열번호 10)에 실험하고자 하는 CODH 유전자들(ChCODH II 유전자: 서열번호 11; ChCODH IV 유전자: 서열번호 12; ToCODH 유전자: 서열번호 13)을 히스택(His-tag)을 함유하는 벡터와 함께 각각 클로닝(cloning)하였다. 이 플라스미드(plasmid)들(ChCODH II + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 14; ChCODH IV + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 15; ToCODH + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 16)을 각각 pRKISC와 함께 *Escherichia coli* BL21(DE3)에 넣어 형질전환(transformation)시킨 후 발현시켰다.

[0136] MeFDH I의 경우, FDH 유전자(fdh1A: 서열번호 17; fdh1B: 서열번호 18)를 His-tag과 함께 pCM110 vector(서열번호 19)에 cloning하였다. 그리고 이 plasmid(MeFDH I 유전자 + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 20)를 FDH 유전자가 삭제된 *Methylobacterium extorquens* AM1에 넣어 형질전환(transformation)시켰다.

[0137] TsFDH는 FDH 유전자(서열번호 21)를 His-tag과 함께 pET-23b(+) vector에 cloning하여 만든 plasmid(TsFDH 유전자 + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 22)를 *E.coli* BL21(DE3)에 형질전환(transformation)시킨 후 발현시켰다.

[0138] RcFDH는 FDH 유전자(fdsA: 서열번호 23; fdsB: 서열번호 24; fdsG: 서열번호 25; fdsC: 서열번호 26; fdsD: 서열번호 27)를 His-tag과 함께 pTrcHis vector(서열번호 28)에 cloning하여 만든 plasmid(RcFDH 유전자 + His-tag 포함 플라스미드: 서열번호 29)를 *E.coli* MC1061에 형질전환(transformation)시킨 후 발현시켰다.

[0139] **(2) CODH의 발현**

[0140] ChCODH II, ChCODH IV와 ToCODH을 모두 동일한 방법으로 발현시켰다. 먼저 50 μg/mL의 카나마이신(kanamycin)과 10 μg/mL의 테트라사이클린(tetracycline)이 포함된 LB 배지에서 준비된 균주를 37℃, 200 rpm의 진탕 배양기에서 16 시간 동안 배양하였다. 이 후 0.02 mM $NiCl_2$, 0.1 mM $FeSO_4$, 2 mM 과 이전과 동일한 농도의 항생제가 들어있는 TB 배지(12 g/L trypton, 24 g/L Yeast extract, 10 g/L NaCl, 11 g/L glycerol, 12.3 g/L K_2hPO_4, 2.2 g/L KH_2PO_4) 400 mL에 배양된 균주 5 mL를 넣었다. 이 후 1 L 삼각 플라스크에서 OD_{600} 0.4 ~ 0.6에 도달할 때까지 37℃, 200 rpm에서 배양하였다. 500 mL serum bottle로 배양된 균을 옮기고 1 시간 동안 질소로 퍼징하여 용존 기체를 교환하였다. 기체 교환 과정에서 30분이 경과했을 때, 0.5 mM $NiCl_2$, 1 mM $FeSO_4$, 50 mM KNO_3, 0.2 mM의 IPTG(Isopropyl β-D-1-thiogalactopyranoside)를 넣어 단백질을 발현시켰다. 기체 교환 후 30℃, 200 rpm에서 24 시간 동안 배양하였고, 배양된 세포들을 harvest하여 보관하였다. 10 L 반응기의 구동에 사용할 분량은 이 방법을 참조하여 100 L 배양기를 통해 배양되었다.

[0141] **(3) FDH의 발현**

[0142] **1) MeFDH I의 발현**

[0143] 1.62 g/L NH_4Cl, 0.2 g/L $MgSO_4$, 2.21 g/L K_2HPO_4, 1.25 g/L $NaH_2PO_42H_2O$, 15 mg/L $Na_2EDTA_2H_2O$, 4.5 mg/L $ZnSO_47H2O$, 0.3 mg/L $CoCl_26H_2O$, 1 mg/L $MnCl_24H_2O$, 1 mg/L H_3BO_3, 2.5 mg/L $CaCl_2$, 0.4 mg/L $Na_2MoO_42H_2O$, 3 mg/L $FeSO_47H_2O$, 0.3 mg/L $CuSO_45H_2O$, 30 μM Na_2WO_4, 16 g/L succinate, 50 μg/mL 리파마이신(rifamycin)과 10 μg/mL tetracycline의 조성을 가진 배지를 준비하였다. 상기 배지에서 준비한 균주를 72 시간 동안 30℃, 200 rpm의 진탕 배양기에서 배양하였다. Rifamycin을 제외한 동일 배지 200 mL을 1 L 삼각 플라스크에 넣고 2 mL의 배양된 균주를 넣고 같은 조건에서 OD_{600} 0.4 ~ 0.6에 도달할 때까지 배양하였다. 0.5 wt%의 메탄올을 넣어 단백질 발현을 유도하였고, 이후 24 시간 동안 배양하고 harvest하여 보관하였다. 10 L 반응기의 구동에 사용할 분량은 이 방법을 참조하여 100 L 배양기를 통해 배양되었다.

[0144] **2) TsFDH의 발현**

[0145] 사전 배양은 50 μg/mL 의 암피실린(ampicillin)이 포함된 3 mL의 LB 배지에서 37℃, 200 rpm의 진탕 배양기로 배양되었다. 사전 배양된 cell을 1 mM IPTG가 추가된 배지 300 mL에 넣고 37℃, 200 rpm의 진탕 배양기에서 24 시간 동안 발현시켰다.

[0146] **3) RcFDH의 발현**

[0147] 1 mM molybdate, 20 μM IPTG, 150 μg/mL ampicillin의 첨가물이 있는 LB 배지에서 12 시간 동안 37℃로 preculture를 하였다. 1:500 비율로 사전 배양한 균주를 같은 조성의 배지에 넣어 본 배양을 수행하였다. 본 배양 시 30℃, 130 rpm으로 진탕 배양기에서 24 시간 동안 배양하였다.

[0148] **(4) CODH의 정제**

[0149] 50 mM KH_2PO_4, 300 mM NaCl, 10 mM imidazole, 2 mM DTE(dithioerythritol), 2 μM resazurin, pH 8.0의 lysis buffer, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, 20 mM imidazole, 2 mM DTE, 2 μM resazurin, pH 8.0의 wash buffer, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, 250 mM imidazole, 2 mM DTE, 2 μM resazurin, pH 8.0의 elution buffer를 준비하였다. 혐기성 챔버에서 harvest된 cell pellet 1 g 당 10 mL의 lysis buffer를 섞고 피펫으로 풀어주었다. Cell pellet 1 g 당 30 분씩 초음파로 세포를 용해시키고, 11000 rpm, 4℃에서 20 분 동안 원심 분리하여 supernatant만 취하였다. Cell pellet 1 g 기준으로 1 mL의 Ni-NTA agarose와 supernatant를 섞고 피펫팅하여 발현된 단백질을 15 분 동안 binding시켰다. Binding된 용액을 컬럼에 붓고 10 cv의 wash buffer를 부어 washing하였다. 지속적 가스 유입을 하는 실험에는 이 중 일부만 elution buffer로 elution하여 농도와 활성을 측정하고 나머지 효소는 binding 된 채로 사용하였다. 이 외 실험은 elution buffer로 elution하여 사용하였으며, 10 L 반응기를 구동할 때는 예외적으로 호모게나이저를 이용하여 세포를 용해시켰다.

[0150] **(5) FDH의 정제**

[0151] **1) MeFDH I의 정제**

[0152] 50 mM MOPS, 300 mM NaCl, 20 mM imidazole, pH 7.0 인 buffer A와 50 mM MOPS, 300 mM NaCl, 300 mM imidazole, pH 7.0 인 buffer B를 준비하였다. 혐기성 챔버에서 harvest된 cell pellet 1 g 당 20 mL의 buffer A를 섞고 피펫으로 풀어주었다. 이 후, OD_{600}을 확인해가며 값이 초기의 30% 이하가 될 때까지 초음파로 세포를 용해시키고, 11000 rpm, 4℃에서 20 분 동안 원심 분리하여 supernatant만 취하였다. Cell pellet 1 g 기준으로 1 mL의 Ni-NTA agarose와 supernatant를 섞고 피펫팅하여 발현된 단백질을 15 분 동안 binding시켰다. Binding된 용액을 컬럼에 붓고 10 cv의 buffer A를 부어 washing하였다. 지속적 가스 유입을 하는 실험에는 이 중 일부만 buffer B로 elution하여 농도와 활성을 측정하고 나머지 효소는 binding 된 채로 사용하였다. 이 외 실험은 buffer B로 elution하여 사용하였고, 10 L 반응기를 구동할 때는 예외적으로 호모게나이저를 이용하여 세포를 용해시켰다.

[0153] **2) TsFDH의 정제**

[0154] 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 7.0의 lysis buffer, 40 mM imidazole, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 7.0의 wash buffer, 250 mM imidazole, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 7.0의 elution buffer를 준비하였다. 혐기성 챔버에서 harvest된 cell pellet 1 g 당 20 mL의 lysis buffer를 섞고 피펫으로 풀어주었다. 이 후, OD_{600}을 확인해가며 값이 초기의 30% 이하가 될 때까지 초음파로 세포를 용해시켰고, 11000 rpm, 4℃에서 20 분 동안 원심 분리하여 supernatant만 취하였다. Cell pellet 1 g 기준으로 1 mL의 Ni-NTA agarose와 supernatant를 섞고 피펫팅하여 발현된 단백질을 15 분 동안 binding시켰다. Binding 된 용액을 컬럼에 붇고 10 cv의 wash buffer를 부어 washing하였다. Elution buffer로 elution하여 이 후 실험에 사용하였으며, 10 L 반응기를 구동할 때는 예외적으로 호모게나이저를 이용하여 세포를 용해시켰다.

[0155] **3) RcFDH의 정제**

[0156] 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 8.0의 lysis buffer, 20 mM imidazole, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 8.0의 wash buffer, 250 mM imidazole, 50 mM NaH_2PO_4, 300 mM NaCl, pH 8.0의 elution buffer를 준비하였다. 혐기성 챔버에서 harvest된 cell pellet 1 g 당 20 mL의 lysis buffer를 섞고 피펫으로 풀어주었다. 5분 동안 초음파로 세포를 용해시켰고, 11000 rpm, 4℃에서 20 분 동안 원심 분리하여 supernatant만 취하였다. Cell pellet 1 g 기준으로 1 mL의 Ni-NTA agarose와 supernatant를 섞고 피펫팅하여 발현된 단백질을 15 분 동안 binding시켰다. Binding된 용액을 컬럼에 붇고 10 cv의 wash buffer를 부어 washing하였다. Elution buffer로 elution하여 이 후 실험에 사용하였다.

[0157] **(6) CODH와 FDH의 농도 측정**

[0158] CODH와 TsFDH는 Bradford assay를 이용해 농도를 측정하였다. MeFDH I은 흡광도를 8.94 L/gm-cm으로 하여(340 nm 기준), RcFDH는 흡광도를 340 nm에서 169500 L/mol-cm을 기준으로 Nanodrop에서 측정하였다.

[0159] **(7) CODH의 활성 측정**

[0160] 혐기성 챔버에서 50 mM HEPES, 2 mM DTE, pH 8.0의 buffer를 준비하였다. 이 buffer를 serum bottle에 넣고 1 시간 동안 100 % CO 가스에 퍼징시켰다. 혐기성 챔버에서 위의 buffer에 20 mM의 EV를 넣고 0.1 μg의 CODH를 주입한 후 30℃를 유지하며 578 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

[0161] **(8) FDH의 활성 측정**

[0162] **1) MeFDH I의 활성 측정**

[0163] 50 mM MOPS, 30 mM sodium formate, 0.5 mM NAD^+, pH 7.0의 buffer 2 mL에 20 μg의 MeFDH I을 넣고 340 nm에서 30℃를 유지하며 흡광도의 변화를 측정하여 개미산 산화 반응의 활성을 측정하였다.

[0164] **2) TsDFH의 활성 측정**

[0165] 100 mM sodium phosphate, 200 mM sodium formate, 2 mM NAD^+, pH 6.5의 buffer 2 mL에 20 μg의 TsFDH를 넣고 25℃의 조건에서 340 nm의 흡광도 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

[0166] **3) RcFDH의 활성 측정**

[0167] 100 mM Tris-HCl, 6 mM sodium formate, 2 mM NAD^+, pH 9.0 buffer에서 100 nM의 RcFDH를 주입하고 30℃의 조

건에서 340 nm의 흡광도 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

[0168] **실시예 2. CO 수화 효소 반응의 구성**

[0169] CO 수화 효소 반응은 기본적으로 200 mM Bis-Tris propane, 2 mM DTE, 2 μM resazurin, pH 6.5 buffer를 바탕으로 한 조건에서 이루어졌으며 실험에 따라 종류와 양이 달라졌지만 모두 CODH, FDH와 전자 매개체가 사용되었다. 지속적으로 가스를 유입하는 경우가 아니면 100% CO 가스를 이용하여 반응을 진행하였다. CODH, FDH와 전자 매개체의 종류를 선별하는 실험에서는 CODH 75 nM, FDH 150 nM, 전자 매개체 5 mM을 사용하여 serum bottle에서 실험하였다. pH에 따른 활성 측정은 pH 버퍼링 범위가 넓은 200 mM Bis-Tris propane buffer로 pH를 바꿔가며 실험하였다. MeFDH I의 경우, CO_2 환원 반응을 측정하였는데, 아연으로 미리 환원시킨 EV와 50 mM의 sodium bicarbonate를 넣어 CO_2를 만들어서 실험을 진행하였다. 100 mL 기포 탑 반응기(bubble column reactor)를 사용한 실험에서는 CODH 12000 U, FDH 400 U, 5 mM EV를 사용했고 이후 실험에서는 1 mM의 EV를 사용하였다. LDG가 사용된 실험에서, EV 적정 농도를 구하는 실험 이후로는 0.1 mM에서 진행하였다. 재사용성 관련 실험에서는 CODH 150 U, FDH 5 U을 10 mL serum bottle에 넣어 진행하였고, 10 L 반응기에서는 CODH 500 kU, FDH 90 kU가 사용되었다.

[0170] **실시예 3. CODH와 FDH 종류에 따른 CO 수화 반응 결과**

[0171] 상기 실시예 2에서 구성된 CO 수화반응계를 이용하였으며, 사용된 CODH, FDH 조합을 달리하여 CO 수화반응을 진행하였다(반응 2시간 후 측정된 개미산 농도 기준, 5 mM ethyl viologen(EV)을 전자전달체로 이용함).

표 1

[0172]

FDH 종류	CODH 종류	개미산 생산농도 (mM)
MeFDH I	ChCODH II	40
MeFDH I	ChCODH IV	2
MeFDH I	ToCODH	7
RcFDH	ChCODH II	0
RcFDH	ChCODH IV	0
RcFDH	ToCODH	0
TsFDH	ChCODH II	0
TsFDH	ChCODH IV	0
TsFDH	ToCODH	0

[0173] 그 결과, 상기 표 1에서 볼 수 있듯이 오직 MeFDH I을 FDH로 이용한 경우만 개미산 생성 결과를 보였으며, 다른 FDH는 전혀 개미산 생성이 측정되지 않았다. 이를 미루어 볼 때 모든 FDH가 CO 수화반응을 촉매로 작용할 수는 없으며, 특정 FDH만이 이러한 작용을 할 수 있음을 알 수 있었다.

[0174] 다만 CODH는 시험된 모든 CODH에서 개미산이 생성되는 것을 확인할 수 있으나, 본 실시예에서는 ChCODH II가 가장 우수한 개미산 생성 능력을 보였다. 따라서 이 후 실시예에서는 MeFDH1과 ChCODH II를 기본 효소로 사용하여 실험을 진행하였다.

[0175] **실시예 4: 전자전달체 종류에 따른 개미산 생산 비교**

[0176] 실시예 3에서 실행한 조건에서 효소를 ChCODH-II와 MeFDH I을 이용하고 다양한 전자전달체를 이용하여 실험을 실시하였으며 그 결과를 하기 표 2에 표시하였다(반응 2시간 후 개미산 농도 측정).

표 2

[0177]

전자전달체 종류	개미산 생산 농도 (mM)
Methyl viologen (MV)	38
Ethyl viologen (EV)	40
Benzyl viologen (BV)	0
nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)	0
Flavin adenine dinucleotide (FAD)	0

[0178] 그 결과, 상기 표 2에서 볼 수 있듯이 전자전달체의 종류에 따라서도 CO 수화반응을 매개하는 성능차이가 매우

큰 것을 볼 수 있었다. 이러한 차이는 도 2에서 나타난 자유에너지 변화를 살펴보면 설명이 가능하였다.

[0179] 도 2에서 볼 수 있듯이 BV, NAD의 경우에는 CO 산화반응에는 매우 유리한 열역학적 상태를 보이나 CO_2가 환원되어 개미산이 되는 반응은 도리어 자유에너지가 증가되기에 열역학적으로 불리하게 되는 반면, EV의 경우는 CO 산화와 CO_2 환원 모두 지속적으로 자유에너지가 감소하게 되기에 열역학적으로 개미산 생산이 자발적으로 유리하게 된다고 해석할 수 있었다.

[0180] **실시예 5. ChCODH-II 와 MeFDH-I 의 최적 활성 조건 분석**

[0181] CO 수화 반응이 하나의 조건하에서 이루어져야 하기에 두가지 효소의 활성이 반응 조건에 받는 영향을 고려하여 초기 효소의 투입 활성을 결정하는 것이 필요하였다. 그렇지 않으면 효소 간의 활성 불균형으로 원활한 개미산 생성이 어려울 수 있었다. 이를 해결하기 위하여 도 3에서와 같이 수소이온농도(pH)에 변화에 따른 활성을 측정하여 표기하였다.

[0182] 그 결과, 도 3에서 볼 수 있듯이 알칼리 조건하에서는 ChCODH II(검은색)의 활성이 올라가나 MeFDH I(빨간색)의 활성은 급격히 감소함을 확인하였다. CO_2의 경우 수중에 용해될 때 pH 6.5 이상에서는 CO_2 상태로 존재하지 못하고 중탄산이온이나 탄산 이온의 형태로 존재하며, 이러한 이온화된 형태의 이산화탄소 분자는 MeFDH1에 의하여 개미산으로 전환이 어려웠다. 따라서 반응 pH는 6.5 이하로 유지되어야 하는 데, 이 때 ChCODH-II의 활성의 급격한 감소가 있기 때문에 이를 고려하여 CO 수화반응을 pH 6.5 이하의 환경 하에서 실행할 경우 초기 ChCODH-II의 투입 활성을 크게 하여 진행하여야 원활한 개미산 생산을 기대할 수 있음을 알 수 있었다.

[0183] **실시예 6. 100 mL 기포 탑 반응기에서 연속적으로 CO 함유 기체를 주입할 때 생성되는 개미산의 시간 별 농도 증가**

[0184] 지속적인 혼합 가스(50% CO, 50% CO_2 가스 사용) 유입과 pH 조정을 하며(pH 6.5로 설정, 2 N NaOH로 적정함) 100 mL 기포 탑 반응기를 운용하였다.

[0185] 그 결과, 최종적으로 1 M이 넘는 개미산이 ChCODH II와 MeFDH I에 의해 촉진되는 CO 수화 효소 반응으로 생산되었다(도 4).

[0186] **실시예 7. 투입되는 CO 포함 기체 유량 증가에 따른 CO 수화반응기에서의 개미산 생산성 변화 시험**

[0187] 실시예 6의 조건하에서 투입되는 기체의 유량을 증가시켜 가면서 개미산 생산성을 측정한 결과를 하기 표 3에 나타내었다(반응기 부피 100 mL 이용). 투입되는 기체에 포함된 일산화탄소는 수중에 용해된 후 CO 수화 반응에 관계되는 효소들에 의하여 개미산으로 전환되었다.

[0188] 표 3에서 볼 수 있듯이 기체의 유량을 증가시키면, 기체에서 용액으로 용해되어 전달되는 CO 물질전달속도가 커져서 이를 이용하여 개미산이 생성되는 속도 역시 커짐을 알 수 있다.

표 3

[0189]

기체 투입 유량 (mL/min)	개미산 생성 속도 (mM/hr)
200	10
500	43
1,000	78

[0190] **실시예 8. 제철산업 실제 배출 폐가스 이용 개미산 전환 시험**

[0191] 실시예 5와 같은 실험을 진행할 때 기존 순수 CO 포함 가스 대신에 실제 제철산업에서 배출되는 폐가스를 이용하여 CO 수화반응을 수행하였다. 이를 위하여 사용된 실제 제철산업 배출 폐가스 (LDG)의 가스 조성 성분을 분석하여 하기 표 4에 나타내었다. 하기 표 4를 보면 주 함유 조성 성분은 CO, CO_2임을 알 수 있으며 기타 알기 어려운 소량의 다양한 화합물이 포함되어 있음을 알 수 있었다.

표 4

[0192]

포함 물질	**함량 (%)**
CO	53.17

CO_2	18.51
H_2	1.43
O_2	0.11
N_2	26.77
기타	0.01

[0193] 실시예 5와 같이 상기 표 4의 조성을 가지는 실제 제철산업 폐가스를 이용하여 개미산 생성을 실험한 결과 도 5와 같았다. 도 5를 살피면 실제 폐가스의 경우 약간의 개미산 생성 속도가 느리나 거의 순수 조제 가스의 경우와 유사하게 개미산이 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 도 5의 실험 결과를 통하여 폐가스에 포함된 미지의 성분들에 의하여 CO 수화 반응에 관계하는 효소들의 활성이 크게 저하되지 않고 원활하게 유사한 수준으로 개미산이 생성되는 것을 확인할 수 있었다.

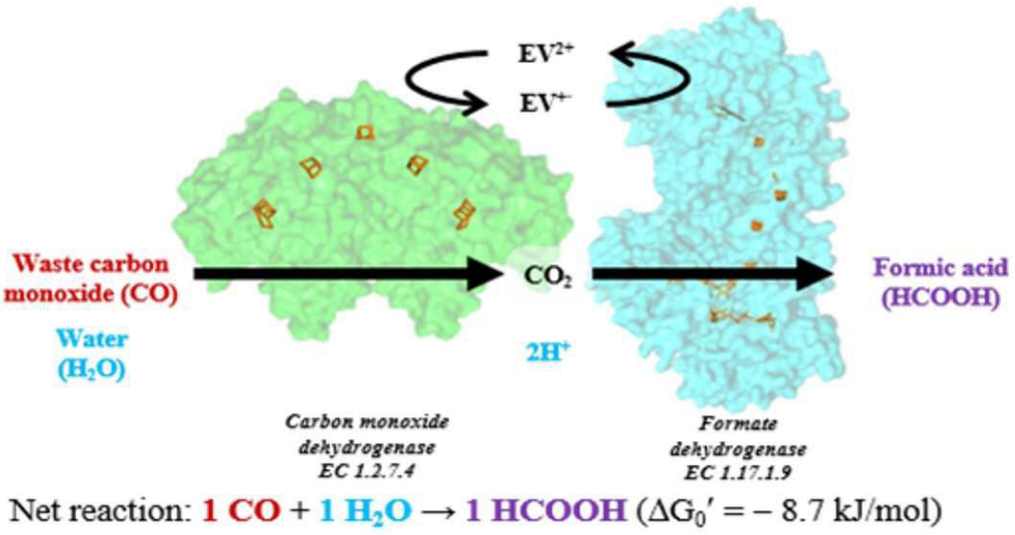
[0194] **실시예 9. 사용된 효소의 반복 사용을 통하여 CO 수화 반응 효소의 재사용성 확인**

[0195] 실시예 7에서와 같은 조건하에서 반복적으로 효소를 사용할 수 있는 지를 확인하였다.

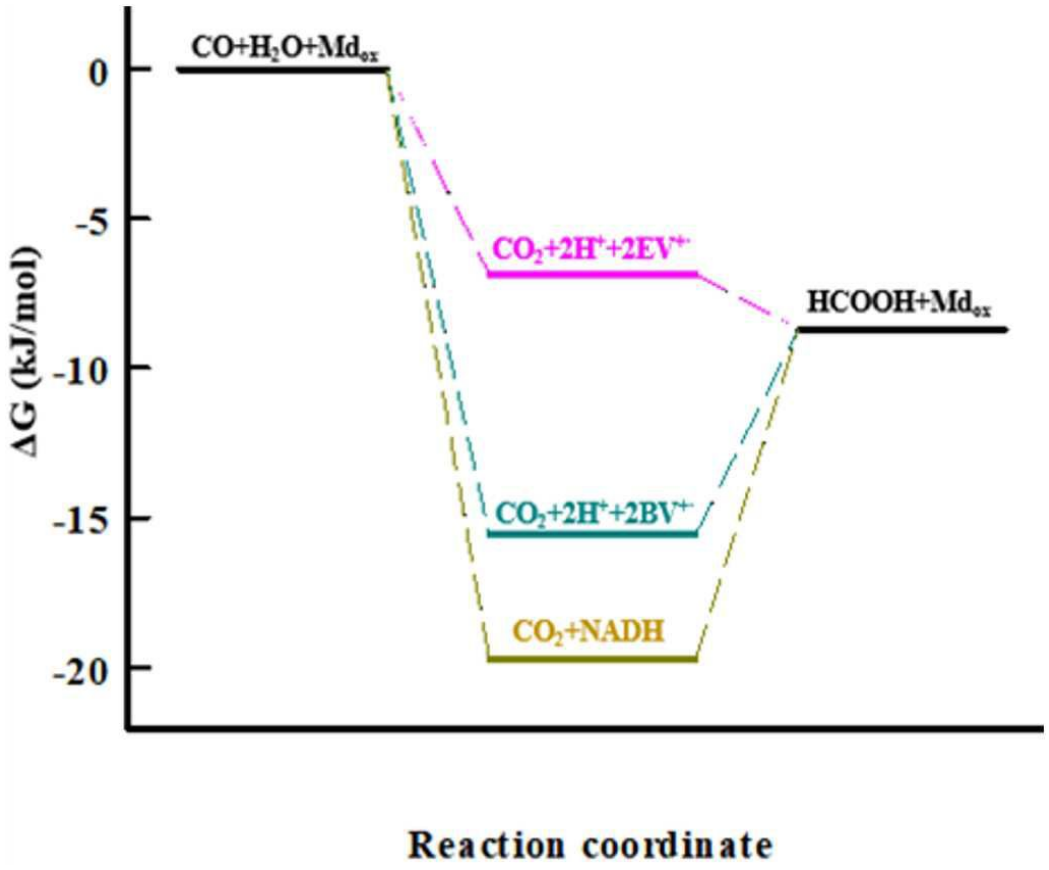
[0196] 그 결과, 도 6에서 나타낸 바와 같이 효소를 반복하여 실제 제철산업 발생 가스에 적용한 경우에도 효소의 활성 저하가 거의 관찰되지 않고 개미산이 생성되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 본 발명에서 제안한 효소들이 매우 안정하여 상당히 상업적 적용성이 높은 상태로 전 처리없이 제철산업 발생 폐가스를 개미산으로 전환할 수 있음을 나타낸다.

도면

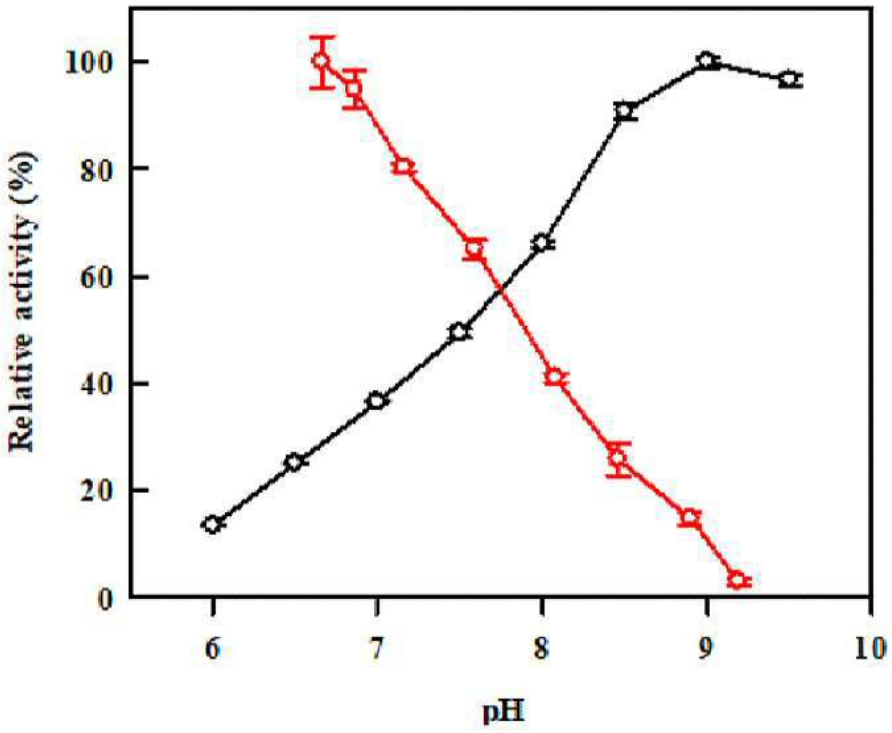
도면1



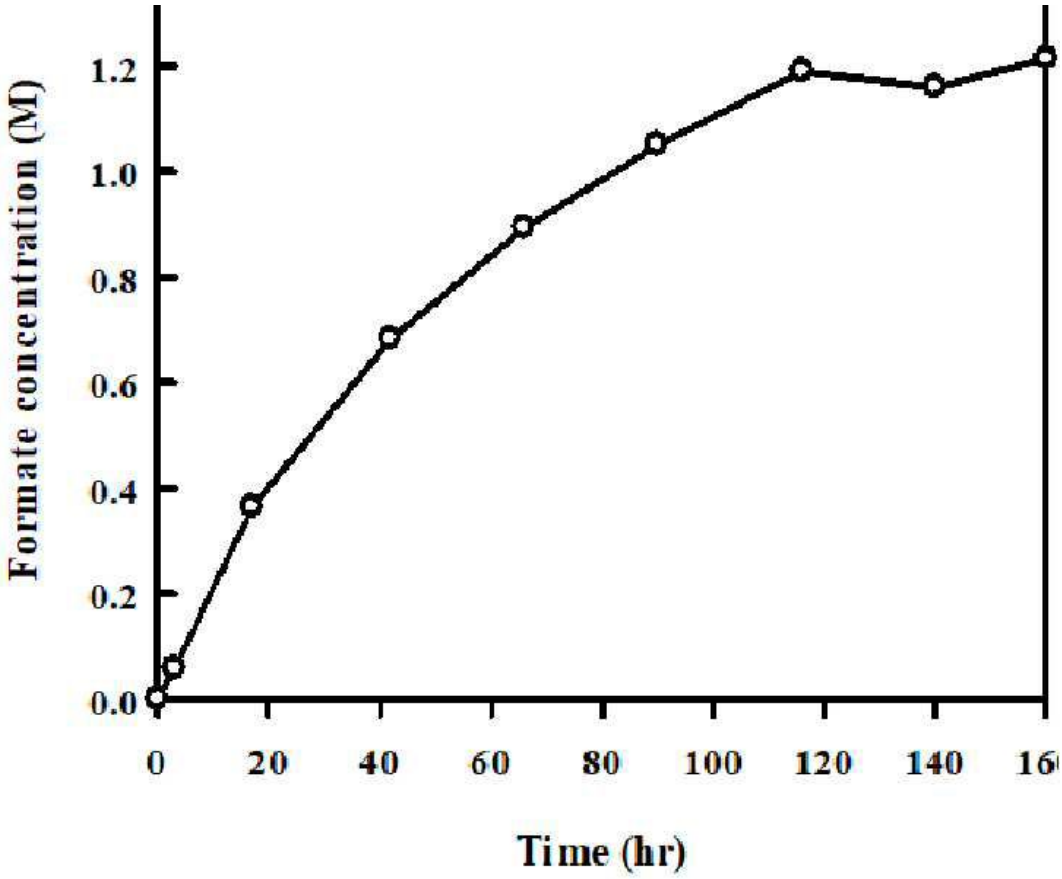
도면2


CO+H2O+Mdox
CO2+2H++2EV+-
HCOOH+Mdox
CO2+2H++2BV+-
CO2+NADH
0
-5
-10
-15
-20
ΔG (kJ/mol)
Reaction coordinate

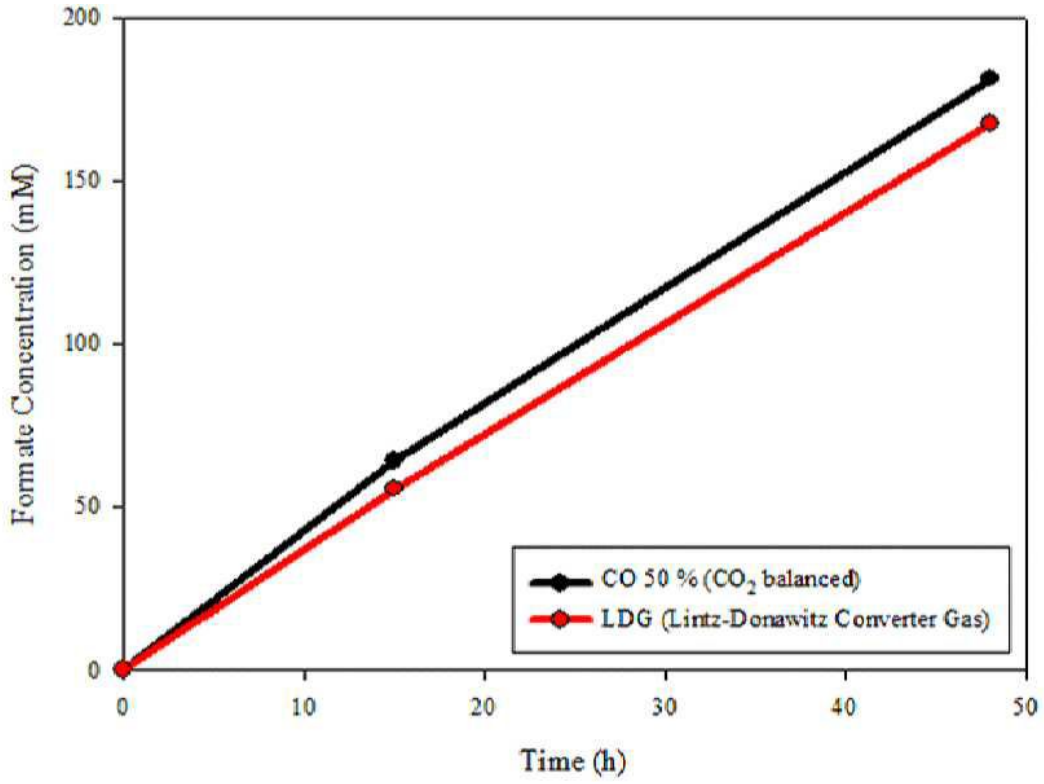
도면3


100
80
60
40
20
0
Relative activity (%)
6
7
8
9
10
pH

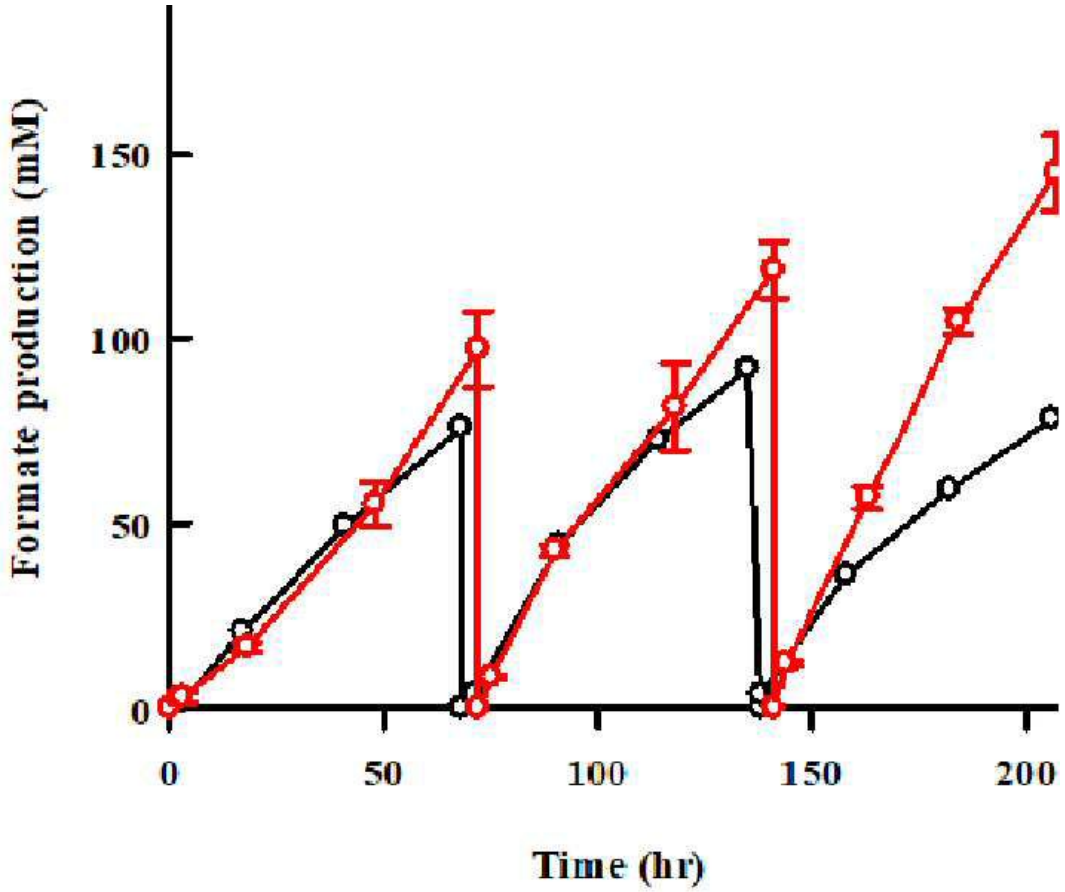
도면4


Formate concentration (M)
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
20
40
60
80
100
120
140
Time (hr)

도면5


Formate Concentration (mM)
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
Time (h)
CO 50 % (CO_2 balanced)
LDG (Lintz-Donawitz Converter Gas)

도면6



서 열 목 록

<110> UNIST(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)

<120> PREPARING METHOD OF FORMIC ACID USING CARBON MONOXIDE DEHYDROGENASE AND FORMATE DEHYDROGENASE

<130> PN136959KR

<160> 29

<170> KoPatentIn 3.0

<210> 1

<211> 636

<212> PRT

<213> Unknown

<220><223> Carbon monoxide dehydrogenase II derived from Carboxydothermus hydrogenoformans

<400> 1

Met Ala Lys Gln Asn Leu Lys Ser Thr Asp Arg Ala Val Gln Gln Met

1 5 10 15

Leu Asp Lys Ala Lys Arg Glu Gly Ile Gln Thr Val Trp Asp Arg Tyr
20 25 30
Glu Ala Met Lys Pro Gln Cys Gly Phe Gly Glu Thr Gly Leu Cys Cys
35 40 45
Arg His Cys Leu Gln Gly Pro Cys Arg Ile Asn Pro Phe Gly Asp Glu
50 55 60
Pro Lys Val Gly Ile Cys Gly Ala Thr Ala Glu Val Ile Val Ala Arg
65 70 75 80
Gly Leu Asp Arg Ser Ile Ala Ala Gly Ala Ala Gly His Ser Gly His
85 90 95
Ala Lys His Leu Ala His Thr Leu Lys Lys Ala Val Gln Gly Lys Ala
100 105 110
Ala Ser Tyr Met Ile Lys Asp Arg Thr Lys Leu His Ser Ile Ala Lys
115 120 125
Arg Leu Gly Ile Pro Thr Glu Gly Gln Lys Asp Glu Asp Ile Ala Leu
130 135 140
Glu Val Ala Lys Ala Ala Leu Ala Asp Phe His Glu Lys Asp Thr Pro
145 150 155 160
Val Leu Trp Val Thr Thr Val Leu Pro Pro Ser Arg Val Lys Val Leu
165 170 175
Ser Ala His Gly Leu Ile Pro Ala Gly Ile Asp His Glu Ile Ala Glu
180 185 190
Ile Met His Arg Thr Ser Met Gly Cys Asp Ala Asp Ala Gln Asn Leu
195 200 205
Leu Leu Gly Gly Leu Arg Cys Ser Leu Ala Asp Leu Ala Gly Cys Tyr
210 215 220
Met Gly Thr Asp Leu Ala Asp Ile Leu Phe Gly Thr Pro Ala Pro Val
225 230 235 240
Val Thr Glu Ser Asn Leu Gly Val Leu Lys Ala Asp Ala Val Asn Val
245 250 255
Ala Val His Gly His Asn Pro Val Leu Ser Asp Ile Ile Val Ser Val
260 265 270

Ser Lys Glu Met Glu Asn Glu Ala Arg Ala Ala Gly Ala Thr Gly Ile
275 280 285
Asn Val Val Gly Ile Cys Cys Thr Gly Asn Glu Val Leu Met Arg His
290 295 300

Gly Ile Pro Ala Cys Thr His Ser Val Ser Gln Glu Met Ala Met Ile
305 310 315 320
Thr Gly Ala Leu Asp Ala Met Ile Leu Asp Tyr Gln Cys Ile Gln Pro
325 330 335
Ser Val Ala Thr Ile Ala Glu Cys Thr Gly Thr Thr Val Ile Thr Thr
340 345 350
Met Glu Met Ser Lys Ile Thr Gly Ala Thr His Val Asn Phe Ala Glu
355 360 365
Glu Ala Ala Val Glu Asn Ala Lys Gln Ile Leu Arg Leu Ala Ile Asp

370 375 380
Thr Phe Lys Arg Arg Lys Gly Lys Pro Val Glu Ile Pro Asn Ile Lys
385 390 395 400
Thr Lys Val Val Ala Gly Phe Ser Thr Glu Ala Ile Ile Asn Ala Leu
405 410 415
Ser Lys Leu Asn Ala Asn Asp Pro Leu Lys Pro Leu Ile Asp Asn Val
420 425 430
Val Asn Gly Asn Ile Arg Gly Val Cys Leu Phe Ala Gly Cys Asn Asn
435 440 445

Val Lys Val Pro Gln Asp Gln Asn Phe Thr Thr Ile Ala Arg Lys Leu
450 455 460
Leu Lys Gln Asn Val Leu Val Val Ala Thr Gly Cys Gly Ala Gly Ala
465 470 475 480
Leu Met Arg His Gly Phe Met Asp Pro Ala Asn Val Asp Glu Leu Cys
485 490 495
Gly Asp Gly Leu Lys Ala Val Leu Thr Ala Ile Gly Glu Ala Asn Gly
500 505 510
Leu Gly Gly Pro Leu Pro Pro Val Leu His Met Gly Ser Cys Val Asp

515 520 525

Asn Ser Arg Ala Val Ala Leu Val Ala Ala Leu Ala Asn Arg Leu Gly

530 535 540

Val Asp Leu Asp Arg Leu Pro Val Val Ala Ser Ala Ala Glu Ala Met

545 550 555 560

His Glu Lys Ala Val Ala Ile Gly Thr Trp Ala Val Thr Ile Gly Leu

565 570 575

Pro Thr His Ile Gly Val Leu Pro Pro Ile Thr Gly Ser Leu Pro Val

580 585 590

Thr Gln Ile Leu Thr Ser Ser Val Lys Asp Ile Thr Gly Gly Tyr Phe

595 600 605

Ile Val Glu Leu Asp Pro Glu Thr Ala Ala Asp Lys Leu Leu Ala Ala

610 615 620

Ile Asn Glu Arg Arg Ala Gly Leu Gly Leu Pro Trp

625 630 635

<210> 2

<211> 633

<212> PRT

<213> Unknown

<220><223> Carbon monoxide dehydrogenase IV derived from Carboxydothermus hydrogenoformans

<400> 2

Met Asp Lys Ser Lys Leu Ser Val Asp Pro Val Ile Pro Asn Leu Tyr

1 5 10 15

Arg Lys Ala Arg Glu Glu Gly Ile Ser Thr Val Phe Asp Arg Tyr Glu

20 25 30

Ala Gln Gln Pro Gln Cys Gly Phe Gly Leu Thr Gly Leu Cys Cys Arg

35 40 45

His Cys Val Gln Gly Pro Cys Arg Ile Asp Pro Phe Gly Glu Gly Pro

50 55 60

Gln Ala Gly Ile Cys Gly Ala Thr Ala Glu Val Ile Thr Ala Arg Asn

65 70 75 80

Leu Leu Arg Gln Val Thr Ala Gly Ala Ala Ala His Val Asp His Ala
85 90 95
Tyr Asp Val Leu Glu Val Leu Glu Gln Ile Ala Gln Gly Thr Glu Ser
100 105 110
Tyr Ser Ile Lys Asp Gln Glu Lys Leu Lys Gln Val Ala Phe Thr Leu
115 120 125
Gly Ile Asp Thr Ala Asn Lys Thr Glu Gln Glu Ile Val Glu Glu Met
130 135 140

Cys Gln Ile Ile Tyr Arg Asp Phe Ala Asn Ser Gly Ala Thr Pro Met
145 150 155 160
Thr Tyr Leu Lys Ala Asn Ser Pro Arg Glu Arg Leu Glu Thr Trp Glu
165 170 175
Lys Leu Gly Val Leu Pro Arg Asn Pro Asp Arg Glu Ile Arg Glu Ala
180 185 190
Leu His Gln Thr Thr Met Gly Met Asp Ala Asp Pro Val Asn Leu Ile
195 200 205
Leu Lys Thr Ile Arg Leu Gly Leu Val Asp Gly Phe Ala Gly Leu Lys

210 215 220
Leu Ala Thr Asp Leu Gln Asp Ile Ile Phe Gly Thr Pro Gln Pro Val
225 230 235 240
Val Thr Glu Ala Asn Leu Gly Val Leu Lys Glu Asp Tyr Val Asn Ile
245 250 255
Ile Val His Gly His Val Pro Leu Leu Ser Glu Lys Ile Val Glu Trp
260 265 270
Ser Arg Lys Leu Glu Asp Glu Ala Lys Lys Ala Gly Ala Lys Gly Ile
275 280 285

Asn Leu Ala Gly Ile Cys Cys Thr Gly Asn Glu Val Leu Met Arg Gln
290 295 300
Gly Val Pro Leu Ala Thr Asn Phe Leu Ala Gln Glu Leu Ala Ile Ile
305 310 315 320
Thr Gly Ala Val Asp Leu Met Val Val Asp Val Gln Cys Ile Met Pro
325 330 335

Ser Leu Ala Glu Ile Ala Ala Cys Tyr His Thr Arg Leu Val Thr Thr
340 345 350
Met Pro Ile Val Lys Ile Pro Gly Ala Glu His Val Pro Phe Thr Thr

355 360 365
Glu Thr Ala Asp Glu Ala Ser Gln Gln Ile Val Arg Met Ala Ile Glu
370 375 380
Ser Tyr Gln Lys Arg Asn Pro Ala Lys Val Tyr Ile Pro Arg Glu Lys
385 390 395 400
Ala Lys Val Val Ala Gly Phe Ser Val Glu Ala Ile Val Lys Ala Leu
405 410 415
Ala Lys Leu Asn Pro Asp Asp Pro Leu Lys Pro Leu Ile Asp Asn Ile
420 425 430

Val Ser Gly Asn Ile Leu Gly Val Val Ala Thr Val Gly Cys Asn Asn
435 440 445
Val Lys Val Lys His Asp Trp Phe His Ile Glu Leu Val Lys Glu Leu
450 455 460
Ile Lys Asn Asn Val Leu Val Val Thr Thr Gly Cys Ser Ala His Ala
465 470 475 480
Leu Ala Lys Ala Gly Leu Met Asp Pro Ala Ala Ala Glu Trp Ala Gly
485 490 495
Glu Gly Leu Arg Ala Val Leu Thr Ala Ile Gly Thr Ala Asn Asp Leu

500 505 510
Gly Gly Pro Leu Pro Pro Val Leu His Met Gly Ser Cys Val Asp Asn
515 520 525
Ser Arg Ile Gly Asp Leu Val Ile Ala Val Ala Asn Tyr Leu Lys Val
530 535 540
Ser Pro Lys Asp Leu Pro Ile Ala Ala Ser Ala Pro Glu Tyr Gln His
545 550 555 560
Glu Lys Ala Leu Ser Ile Gly Thr Trp Ala Val Ala Met Gly Ile Met
565 570 575

Thr His Leu Gly Val Val Pro Pro Val Val Gly Ser Ser Lys Val Thr

580 585 590

Arg Ile Leu Thr Gln Asp Ala Glu Ala Leu Ile Gly Gly Lys Phe Tyr

595 600 605

Val Glu Thr Asp Pro Tyr Lys Ala Ala Ala Gly Ile Ile Glu His Ile

610 615 620

Lys Ala Lys Arg Ala Leu Leu Asn Leu

625 630

<210> 3

<211> 630

<212> PRT

<213> Thermococcus sp.

<400> 3

Met Ala Gly Lys Lys Val Pro Ser Lys Gln Val Ser Ile Thr Pro Gly

1 5 10 15

Val Gly Lys Leu Ile Glu Lys Ala Glu Glu Asp Gly Val Lys Thr Ala

20 25 30

Trp His Arg Phe Leu Glu Gln Gln Pro Gln Cys Gly Phe Gly Leu Leu

35 40 45

Gly Val Cys Cys Lys Asn Cys Thr Met Gly Pro Cys Arg Ile Asp Pro

50 55 60

Phe Gly Val Gly Pro Thr Lys Gly Val Cys Gly Ala Asp Ala Asp Thr

65 70 75 80

Ile Val Ala Arg Asn Ile Val Arg Met Ile Ala Ala Gly Thr Ala Gly

85 90 95

His Ser Asp His Ser Arg Asp Val Val His Val Phe Lys Gly Ile Ala

100 105 110

Glu Gly Lys Phe Lys Asp Tyr Lys Leu Thr Asp Val Glu Lys Leu Lys

115 120 125

Glu Leu Ala Lys Ile Leu Gly Val Glu Thr Glu Gly Lys Ser Glu Asn

130 135 140

Glu Ile Ala Leu Glu Val Ala His Ile Leu Glu Met Glu Phe Gly Lys

145 150 155 160

Gln Asp Glu Glu Pro Val Arg Leu Leu Ala Ala Thr Ala Pro Lys Lys
165 170 175
Arg Ile Lys Val Trp Glu Lys Leu Gly Val Leu Pro Arg Ala Ile Asp
180 185 190
Arg Glu Ile Cys Leu Ser Met His Arg Thr His Ile Gly Cys Asp Ala
195 200 205
Asp Pro Ala Ser Leu Leu Leu His Gly Val Arg Thr Ala Leu Ala Asp

210 215 220
Gly Trp Cys Gly Ser Met Met Ala Thr Tyr Leu Ser Asp Ile Leu Phe
225 230 235 240
Gly Thr Pro Lys Pro Ile Lys Ser Leu Ala Asn Leu Gly Val Leu Lys
245 250 255
Glu Asp Met Val Asn Ile Ile Val His Gly His Asn Pro Ile Leu Ser
260 265 270
Met Lys Ile Ala Glu Ile Ala Gln Ser Glu Glu Met Gln Lys Leu Ala
275 280 285

Glu Gln Tyr Gly Ala Lys Gly Ile Asn Val Ala Gly Met Cys Cys Thr
290 295 300
Gly Asn Glu Val Leu Ser Arg Met Gly Val Gln Val Ala Gly Asn Phe
305 310 315 320
Leu Met Gln Glu Leu Ala Ile Ile Thr Gly Ala Val Glu Ala Val Ile
325 330 335
Val Asp Tyr Gln Cys Leu Met Pro Ser Leu Val Asp Val Ala Ser Cys
340 345 350
Tyr His Thr Lys Ile Ile Thr Thr Glu Pro Lys Ala Arg Ile Pro Gly

355 360 365
Ala Ile His Val Glu Phe Glu Pro Glu Lys Ala Asp Glu Ile Ala Lys
370 375 380
Glu Ile Ile Lys Ile Ala Ile Glu Asn Tyr Lys Asn Arg Val Pro Ala
385 390 395 400
Lys Val Tyr Ile Pro Glu His Lys Met Glu Leu Val Ala Gly Phe Ser
405 410 415

Val Glu Ala Ile Leu Glu Ala Leu Gly Gly Thr Leu Glu Pro Leu Ile
420 425 430

Lys Ala Leu Gln Asp Gly Thr Ile Lys Gly Ile Val Gly Ile Val Gly
435 440 445

Cys Asn Asn Pro Arg Val Lys Gln Asn Tyr Gly His Val Thr Leu Ala
450 455 460

Lys Glu Leu Ile Lys Arg Asp Ile Leu Val Val Gly Thr Gly Cys Trp
465 470 475 480

Gly Ile Ala Ala Ala Met His Gly Leu Leu Thr Pro Glu Ala Ala Glu
485 490 495

Met Ala Gly Pro Gly Leu Lys Ala Val Cys Glu Ala Leu Gly Ile Pro
500 505 510

Pro Cys Leu His Met Gly Ser Cys Val Asp Cys Ser Arg Ile Leu Leu
515 520 525

Val Leu Ser Ala Leu Ala Asn Ala Leu Asn Val Asp Ile Ser Asp Leu
530 535 540

Pro Val Ala Gly Ser Ala Pro Glu Trp Met Ser Glu Lys Ala Val Ala
545 550 555 560

Ile Gly Thr Tyr Phe Val Ala Ser Gly Val Phe Thr His Leu Gly Val
565 570 575

Ile Pro Pro Val Leu Gly Ser Gln Lys Val Thr Lys Leu Leu Thr Asp
580 585 590

Asp Ile Glu Asp Leu Leu Gly Gly Lys Phe Tyr Val Glu Thr Asp Pro
595 600 605

Val Lys Ala Ala Glu Thr Ile Tyr Asn Val Ile Ile Glu Lys Arg Lys
610 615 620

Lys Leu Gly Trp Pro Ile
625 630

<210> 4

<211> 989

<212> PRT

<213> Methylobacterium extorquens

<400> 4

Met Ser Asn Gly Pro Glu Pro His Gly Asn Lys Ile Glu Gln Pro Glu

1 5 10 15

Ile Arg Ala Asp Glu Arg Gln Asp Ala Gly Gly Pro Ala Asn Gly Ala

20 25 30

Pro Ser Thr Ser Gly Gly Ala Tyr Ser Gln Gly Ala Lys Ser Gly Gly

35 40 45

Gln Ala Ala Pro Asp Pro Ser Gly Ser Tyr Gly Ile Lys Asp Ala Pro

50 55 60

Val Ala Pro Ala Thr Ile Ala Phe Glu Phe Asp Gly Gln Gln Val Glu

65 70 75 80

Ala Gln Pro Gly Glu Thr Ile Trp Ala Val Ala Lys Arg Leu Gly Thr

85 90 95

His Ile Pro His Leu Cys His Lys Pro Asp Pro Gly Tyr Arg Pro Asp

100 105 110

Gly Asn Cys Arg Ala Cys Met Val Glu Ile Glu Gly Glu Arg Val Leu

115 120 125

Ala Ala Ser Cys Lys Arg Thr Pro Ala Ile Gly Met Lys Val Lys Ser

130 135 140

Ala Thr Glu Arg Ala Thr Lys Ala Arg Ala Met Val Leu Glu Leu Leu

145 150 155 160

Val Ala Asp Gln Pro Glu Arg Ala Thr Ser His Asp Pro Ser Ser His

165 170 175

Phe Trp Val Gln Ala Asp Val Leu Asp Val Thr Glu Ser Arg Phe Pro

180 185 190

Ala Ala Glu Arg Trp Thr Ser Asp Val Ser His Pro Ala Met Ser Val

195 200 205

Asn Leu Asp Ala Cys Ile Gln Cys Asn Leu Cys Val Arg Ala Cys Arg

210 215 220

Glu Val Gln Val Asn Asp Val Ile Gly Met Ala Tyr Arg Ala Ala Gly

225 230 235 240

Ser Lys Val Val Phe Asp Phe Asp Asp Pro Met Gly Gly Ser Thr Cys
245 250 255
Val Ala Cys Gly Glu Cys Val Gln Ala Cys Pro Thr Gly Ala Leu Met
260 265 270
Pro Ala Ala Tyr Leu Asp Ala Asn Gln Thr Arg Thr Val Tyr Pro Asp
275 280 285
Arg Glu Val Lys Ser Leu Cys Pro Tyr Cys Gly Val Gly Cys Gln Val

290 295 300
Ser Tyr Lys Val Lys Asp Glu Arg Ile Val Tyr Ala Glu Gly Val Asn
305 310 315 320
Gly Pro Ala Asn Gln Asn Arg Leu Cys Val Lys Gly Arg Phe Gly Phe
325 330 335
Asp Tyr Val His His Pro His Arg Leu Thr Val Pro Leu Ile Arg Leu
340 345 350
Glu Asn Val Pro Lys Asp Ala Asn Asp Gln Val Asp Pro Ala Asn Pro
355 360 365

Trp Thr His Phe Arg Glu Ala Thr Trp Glu Glu Ala Leu Asp Arg Ala
370 375 380
Ala Gly Gly Leu Lys Ala Ile Arg Asp Thr Asn Gly Arg Lys Ala Leu
385 390 395 400
Ala Gly Phe Gly Ser Ala Lys Gly Ser Asn Glu Glu Ala Tyr Leu Phe
405 410 415
Gln Lys Leu Val Arg Leu Gly Phe Gly Thr Asn Asn Val Asp His Cys
420 425 430
Thr Arg Leu Cys His Ala Ser Ser Val Ala Ala Leu Met Glu Gly Leu

435 440 445
Asn Ser Gly Ala Val Thr Ala Pro Phe Ser Ala Ala Leu Asp Ala Glu
450 455 460
Val Ile Val Val Ile Gly Ala Asn Pro Thr Val Asn His Pro Val Ala
465 470 475 480
Ala Thr Phe Leu Lys Asn Ala Val Lys Gln Arg Gly Ala Lys Leu Ile
485 490 495

Ile Met Asp Pro Arg Arg Gln Thr Leu Ser Arg His Ala Tyr Arg His
500 505 510

Leu Ala Phe Arg Pro Gly Ser Asp Val Ala Met Leu Asn Ala Met Leu
515 520 525

Asn Val Ile Val Thr Glu Gly Leu Tyr Asp Glu Gln Tyr Ile Ala Gly
530 535 540

Tyr Thr Glu Asn Phe Glu Ala Leu Arg Glu Lys Ile Val Asp Phe Thr
545 550 555 560

Pro Glu Lys Met Ala Ser Val Cys Gly Ile Asp Ala Glu Thr Leu Arg
565 570 575

Glu Val Ala Arg Leu Tyr Ala Arg Ala Lys Ser Ser Leu Ile Phe Trp

580 585 590

Gly Met Gly Val Ser Gln His Val His Gly Thr Asp Asn Ser Arg Cys
595 600 605

Leu Ile Ala Leu Ala Leu Ile Thr Gly Gln Ile Gly Arg Pro Gly Thr
610 615 620

Gly Leu His Pro Leu Arg Gly Gln Asn Asn Val Gln Gly Ala Ser Asp
625 630 635 640

Ala Gly Leu Ile Pro Met Val Tyr Pro Asp Tyr Gln Ser Val Glu Lys
645 650 655

Asp Ala Val Arg Glu Leu Phe Glu Glu Phe Trp Gly Gln Ser Leu Asp
660 665 670

Pro Gln Lys Gly Leu Thr Val Val Glu Ile Met Arg Ala Ile His Ala
675 680 685

Gly Glu Ile Arg Gly Met Phe Val Glu Gly Glu Asn Pro Ala Met Ser
690 695 700

Asp Pro Asp Leu Asn His Ala Arg His Ala Leu Ala Met Leu Asp His
705 710 715 720

Leu Val Val Gln Asp Leu Phe Leu Thr Glu Thr Ala Phe His Ala Asp

725 730 735

Val Val Leu Pro Ala Ser Ala Phe Ala Glu Lys Ala Gly Thr Phe Thr

740 745 750

Asn Thr Asp Arg Arg Val Gln Ile Ala Gln Pro Val Val Ala Pro Pro

755 760 765

Gly Asp Ala Arg Gln Asp Trp Trp Ile Ile Gln Glu Leu Ala Arg Arg

770 775 780

Leu Asp Leu Asp Trp Asn Tyr Gly Gly Pro Ala Asp Ile Phe Ala Glu

785 790 795 800

Met Ala Gln Val Met Pro Ser Leu Asn Asn Ile Thr Trp Glu Arg Leu

805 810 815

Glu Arg Glu Gly Ala Val Thr Tyr Pro Val Asp Ala Pro Asp Gln Pro

820 825 830

Gly Asn Glu Ile Ile Phe Tyr Ala Gly Phe Pro Thr Glu Ser Gly Arg

835 840 845

Ala Lys Ile Val Pro Ala Ala Ile Val Pro Pro Asp Glu Val Pro Asp

850 855 860

Asp Glu Phe Pro Met Val Leu Ser Thr Gly Arg Val Leu Glu His Trp

865 870 875 880

His Thr Gly Ser Met Thr Arg Arg Ala Gly Val Leu Asp Ala Leu Glu

885 890 895

Pro Glu Ala Val Ala Phe Met Ala Pro Lys Glu Leu Tyr Arg Leu Gly

900 905 910

Leu Arg Pro Gly Gly Ser Met Arg Leu Glu Thr Arg Arg Gly Ala Val

915 920 925

Val Leu Lys Val Arg Ser Asp Arg Asp Val Pro Ile Gly Met Ile Phe

930 935 940

Met Pro Phe Cys Tyr Ala Glu Ala Ala Ala Asn Leu Leu Thr Asn Pro

945 950 955 960

Ala Leu Asp Pro Leu Gly Lys Ile Pro Glu Phe Lys Phe Cys Ala Ala

965 970 975

Arg Val Val Pro Ala Glu Ala Ala Pro Met Ala Ala Glu

980 985

<210> 5

<211> 572

<212> PRT

<213> Methylobacterium extorquens

<400> 5

Met Ser Glu Ala Ser Gly Thr Val Arg Ser Phe Ala His Pro Gly Arg

1 5 10 15

Gly Arg Asn Val Ala Arg Ala Val Pro Lys Gly Arg Gln Val Asp Pro

20 25 30

His Ala Lys Val Glu Ile Glu Glu Leu Leu Gly Thr Arg Pro Arg Gln

35 40 45

Arg Asp Leu Leu Ile Glu His Leu His Leu Ile Gln Asp Thr Tyr Gly

50 55 60

Gln Ile Ser Ala Asp His Leu Ala Ala Leu Ala Asp Glu Met Ser Leu

65 70 75 80

Ala Phe Ala Glu Val Phe Glu Thr Ala Thr Phe Tyr Ala His Phe Asp

85 90 95

Val Val Lys Glu Gly Glu Ala Asp Ile Pro Arg Leu Thr Ile Arg Val

100 105 110

Cys Asp Ser Ile Thr Cys Ala Met Phe Gly Ala Asp Glu Leu Leu Glu

115 120 125

Thr Leu Gln Arg Glu Leu Ala Ser Asp Ala Val Arg Val Val Arg Ala

130 135 140

Pro Cys Val Gly Leu Cys Asp His Ala Pro Ala Val Glu Val Gly His

145 150 155 160

Asn Phe Leu His Arg Ala Asp Leu Ala Ser Val Arg Ala Ala Val Glu

165 170 175

Ala Glu Asp Thr His Ala His Ile Pro Thr Tyr Val Asp Tyr Asp Ala

180 185 190

Tyr Arg Ala Gly Gly Gly Tyr Ala Thr Leu Glu Arg Leu Arg Ser Gly

195 200 205

Glu Leu Pro Val Asp Asp Val Leu Lys Val Leu Asp Asp Gly Gly Leu

210 215 220

Arg Gly Leu Gly Gly Ala Gly Phe Pro Thr Gly Arg Lys Trp Arg Ser
225 230 235 240
Val Arg Gly Glu Pro Gly Pro Arg Leu Met Ala Val Asn Gly Asp Glu
245 250 255
Gly Glu Pro Gly Thr Phe Lys Asp Gln Leu Tyr Leu Asn Thr Asp Pro
260 265 270
His Arg Phe Leu Glu Gly Met Leu Ile Gly Ala His Val Val Glu Ala
275 280 285
Ala Asp Val Tyr Ile Tyr Leu Arg Asp Glu Tyr Pro Ile Ser Arg Glu

290 295 300
Ile Leu Ala Arg Glu Ile Ala Lys Leu Pro Glu Gly Gly Thr Arg Ile
305 310 315 320
His Leu Arg Arg Gly Ala Gly Ala Tyr Ile Cys Gly Glu Glu Ser Ser
325 330 335
Leu Ile Glu Ser Leu Glu Gly Lys Arg Gly Leu Pro Arg His Lys Pro
340 345 350
Pro Phe Pro Phe Gln Val Gly Leu Phe Asn Arg Pro Thr Leu Ile Asn
355 360 365

Asn Ile Glu Thr Leu Phe Trp Val Arg Asp Leu Ile Glu Arg Gly Ala
370 375 380
Glu Trp Trp Lys Ser His Gly Arg Asn Gly Arg Val Gly Leu Arg Ser
385 390 395 400
Tyr Ser Val Ser Gly Arg Val Lys Glu Pro Gly Val Lys Leu Ala Pro
405 410 415
Ala Gly Leu Thr Ile Gln Glu Leu Ile Asp Glu Tyr Cys Gly Gly Ile
420 425 430
Ser Asp Gly His Ser Phe Ala Ala Tyr Leu Pro Gly Gly Ala Ser Gly

435 440 445
Gly Ile Leu Pro Ala Ser Met Asn Asp Ile Pro Leu Asp Phe Gly Thr
450 455 460

Leu Glu Lys Tyr Gly Cys Phe Ile Gly Ser Ala Ala Val Val Ile Leu
465 470 475 480
Ser Asp Gln Asp Asp Val Arg Gly Ala Ala Leu Asn Leu Met Lys Phe
485 490 495
Phe Glu Asp Glu Ser Cys Gly Gln Cys Thr Pro Cys Arg Ser Gly Thr
500 505 510

Gln Lys Ala Arg Met Leu Met Glu Asn Gly Val Trp Asp Thr Asp Leu
515 520 525
Leu Gly Glu Leu Ala Gln Cys Met Arg Asp Ala Ser Ile Cys Gly Leu
530 535 540
Gly Gln Ala Ala Ser Asn Pro Val Ser Thr Val Ile Lys Tyr Phe Pro
545 550 555 560
Asp Leu Phe Pro Glu Pro Arg Ala Val Ala Ala Glu
565 570

<210> 6
<211> 401
<212> PRT
<213
> Thiobacillus sp.
<400> 6
Met Ala Lys Ile Leu Cys Val Leu Tyr Asp Asp Pro Val Asp Gly Tyr
1 5 10 15
Pro Lys Thr Tyr Ala Arg Asp Asp Leu Pro Lys Ile Asp His Tyr Pro
20 25 30
Gly Gly Gln Thr Leu Pro Thr Pro Lys Ala Ile Asp Phe Thr Pro Gly
35 40 45
Gln Leu Leu Gly Ser Val Ser Gly Glu Leu Gly Leu Arg Lys Tyr Leu
50 55 60

Glu Ala Asn Gly His Thr Phe Val Val Thr Ser Asp Lys Asp Gly Pro
65 70 75 80
Asp Ser Val Phe Glu Lys Glu Leu Val Asp Ala Asp Val Val Ile Ser
85 90 95
Gln Pro Phe Trp Pro Ala Tyr Leu Thr Pro Glu Arg Ile Ala Lys Ala

100 105 110

Lys Asn Leu Lys Leu Ala Leu Thr Ala Gly Ile Gly Ser Asp His Val

115 120 125

Asp Leu Gln Ser Ala Ile Asp Arg Gly Ile Thr Val Ala Glu Val Thr

130 135 140

Tyr Cys Asn Ser Ile Ser Val Ala Glu His Val Val Met Met Ile Leu

145 150 155 160

Gly Leu Val Arg Asn Tyr Ile Pro Ser His Asp Trp Ala Arg Lys Gly

165 170 175

Gly Trp Asn Ile Ala Asp Cys Val Glu His Ser Tyr Asp Leu Glu Gly

180 185 190

Met Thr Val Gly Ser Val Ala Ala Gly Arg Ile Gly Leu Ala Val Leu

195 200 205

Arg Arg Leu Ala Pro Phe Asp Val Lys Leu His Tyr Thr Asp Arg His

210 215 220

Arg Leu Pro Glu Ala Val Glu Lys Glu Leu Gly Leu Val Trp His Asp

225 230 235 240

Thr Arg Glu Asp Met Tyr Pro His Cys Asp Val Val Thr Leu Asn Val

245 250 255

Pro Leu His Pro Glu Thr Glu His Met Ile Asn Asp Glu Thr Leu Lys

260 265 270

Leu Phe Lys Arg Gly Ala Tyr Ile Val Asn Thr Ala Arg Gly Lys Leu

275 280 285

Ala Asp Arg Asp Ala Ile Val Arg Ala Ile Glu Ser Gly Gln Leu Ala

290 295 300

Gly Tyr Ala Gly Asp Val Trp Phe Pro Gln Pro Ala Pro Lys Asp His

305 310 315 320

Pro Trp Arg Thr Met Lys Trp Glu Gly Met Thr Pro His Ile Ser Gly

325 330 335

Thr Ser Leu Ser Ala Gln Ala Arg Tyr Ala Ala Gly Thr Arg Glu Ile

340 345 350

Leu Glu Cys Phe Phe Glu Gly Arg Pro Ile Arg Asp Glu Tyr Leu Ile
355 360 365

Val Gln Gly Gly Ala Leu Ala Gly Thr Gly Ala His Ser Tyr Ser Lys
370 375 380

Gly Asn Ala Thr Gly Gly Ser Glu Glu Ala Ala Lys Phe Lys Lys Ala
385 390 395 400

Gly

<210> 7

<211> 958

<212> PRT

<213> Rhodobacter capsulatus

<400> 7

Met Lys Asp Leu Ile Ile Pro Pro Leu Asp Trp Thr Gln Asp Met Gly
1 5 10 15

Thr Pro Lys Arg Glu Gly Ala Pro Val His Leu Thr Ile Asp Gly Val
20 25 30

Glu Val Thr Val Pro Ala Gly Thr Ser Val Leu Arg Ala Ala Ala Glu
35 40 45

Ala Gly Ile Ser Ile Pro Lys Leu Cys Ala Thr Asp Asn Val Glu Pro
50 55 60

Val Gly Ser Cys Arg Leu Cys Met Val Glu Ile Glu Gly Met Arg Gly
65 70 75 80

Thr Pro Thr Ser Cys Thr Thr Pro Val Ala Pro Gly Met Arg Val His
85 90 95

Thr Gln Thr Pro Gln Leu Gln Lys Leu Arg Arg Gly Val Met Glu Leu
100 105 110

Tyr Ile Ser Asp His Pro Leu Asp Cys Leu Thr Cys Ala Ala Asn Gly
115 120 125

Asp Cys Glu Leu Gln Asp Met Ala Gly Ala Val Gly Leu Arg Glu Val
130 135 140

Arg Tyr Gln Ala Lys Asp Thr His Phe Ala Arg Arg Asp Ala Thr Gly

145 150 155 160

Pro Asn Pro Arg Tyr Ile Pro Lys Asp Asn Ser Asn Pro Tyr Phe Ser

165 170 175

Tyr Asp Pro Ala Lys Cys Ile Val Cys Met Arg Cys Val Arg Ala Cys

180 185 190

Glu Glu Val Gln Gly Thr Phe Ala Leu Thr Val Met Gly Arg Gly Phe

195 200 205

Asp Ala Arg Ile Ser Pro Ala Ala Pro Asp Phe Leu Ser Ser Asp Cys

210 215 220

Val Ser Cys Gly Ala Cys Val Gln Ala Cys Pro Thr Ala Thr Leu Val

225 230 235 240

Glu Lys Ser Val Glu Arg Ile Gly Thr Pro Glu Arg Lys Val Val Thr

245 250 255

Thr Cys Ala Tyr Cys Gly Val Gly Cys Ser Phe Glu Ala His Met Leu

260 265 270

Gly Asp Gln Leu Val Arg Met Val Pro Trp Lys Gly Gly Ala Ala Asn

275 280 285

Arg Gly His Ser Cys Val Lys Gly Arg Phe Ala Tyr Gly Tyr Ala Thr

290 295 300

His Gln Asp Arg Ile Leu Lys Pro Met Ile Arg Asp Lys Ile Thr Asp

305 310 315 320

Pro Trp Arg Glu Val Asn Trp Thr Glu Ala Leu Asp Phe Thr Ala Thr

325 330 335

Arg Leu Arg Ala Leu Arg Asp Ser His Gly Ala Asp Ala Leu Gly Val

340 345 350

Ile Thr Ser Ser Arg Cys Thr Asn Glu Glu Thr Tyr Leu Val Gln Lys

355 360 365

Leu Ala Arg Ala Val Phe Gly Thr Asn Asn Thr Asp Thr Cys Ala Arg

370 375 380

Val Cys His Ser Pro Thr Gly Tyr Gly Leu Lys Gln Thr Phe Gly Thr

385 390 395 400

Ser Ala Gly Thr Gln Asp Phe Asp Ser Val Glu Glu Thr Asp Leu Ala

405 410 415

Leu Val Ile Gly Ala Asn Pro Thr Asp Gly His Pro Val Phe Ala Ser

420 425 430

Arg Leu Arg Lys Arg Leu Arg Ala Gly Ala Lys Leu Ile Val Val Asp

435 440 445

Pro Arg Arg Ile Asp Leu Leu Asn Thr Pro His Arg Gly Glu Ala Trp

450 455 460

His Leu Gln Leu Lys Pro Gly Thr Asn Val Ala Val Met Thr Ala Met

465 470 475 480

Ala His Val Ile Val Thr Glu Gln Ile Phe Asp Lys Arg Phe Ile Gly

485 490 495

Asp Arg Cys Asp Trp Asp Glu Trp Ala Asp Tyr Ala Glu Phe Val Ala

500 505 510

Asn Pro Glu Tyr Ala Pro Glu Ala Val Glu Ser Leu Thr Gly Val Pro

515 520 525

Ala Gly Leu Leu Arg Gln Ala Ala Arg Ala Tyr Ala Ala Ala Pro Asn

530 535 540

Ala Ala Ile Tyr Tyr Gly Leu Gly Val Thr Glu His Ser Gln Gly Ser

545 550 555 560

Thr Thr Val Ile Ala Ile Ala Asn Leu Ala Met Met Thr Gly Asn Ile

565 570 575

Gly Arg Pro Gly Val Gly Val Asn Pro Leu Arg Gly Gln Asn Asn Val

580 585 590

Gln Gly Ser Cys Asp Met Gly Ser Phe Pro His Glu Phe Pro Gly Tyr

595 600 605

Arg His Val Ser Asp Asp Ala Thr Arg Gly Leu Phe Glu Arg Thr Trp

610 615 620

Gly Val Thr Leu Ser Ser Glu Pro Gly Leu Arg Ile Pro Asn Met Leu

625 630 635 640

Asp Ala Ala Val Glu Gly Arg Phe Lys Ala Leu Tyr Val Gln Gly Glu

645 650 655

Asp Ile Leu Gln Ser Asp Pro Asp Thr Arg His Val Ser Ala Gly Leu
660 665 670

Ala Ala Met Asp Leu Val Ile Val His Asp Leu Phe Leu Asn Glu Thr
675 680 685

Ala Asn Tyr Ala His Val Phe Leu Pro Gly Ser Thr Phe Leu Glu Lys
690 695 700

Asp Gly Thr Phe Thr Asn Ala Glu Arg Arg Ile Asn Arg Val Arg Arg
705 710 715 720

Val Met Ala Pro Lys Ala Gly Phe Ala Asp Trp Glu Val Thr Gln Met
725 730 735

Leu Ala Asn Ala Leu Gly Ala Gly Trp His Tyr Thr His Pro Ser Glu
740 745 750

Ile Met Ala Glu Ile Ala Ala Thr Thr Pro Gly Phe Ala Ala Val Thr
755 760 765

Tyr Glu Met Leu Asp Ala Arg Gly Ser Val Gln Trp Pro Cys Asn Glu
770 775 780

Lys Ala Pro Glu Gly Ser Pro Ile Met His Val Glu Gly Phe Val Arg
785 790 795 800

Gly Lys Gly Arg Phe Ile Arg Thr Ala Tyr Leu Pro Thr Asp Glu Lys
805 810 815

Thr Gly Pro Arg Phe Pro Leu Leu Leu Thr Thr Gly Arg Ile Leu Ser
820 825 830

Gln Tyr Asn Val Gly Ala Gln Thr Arg Arg Thr Glu Asn Thr Val Trp
835 840 845

His Gly Glu Asp Arg Leu Glu Ile His Pro Thr Asp Ala Glu Thr Arg
850 855 860

Gly Ile Arg Asp Gly Asp Trp Val Arg Leu Ala Ser Arg Ala Gly Glu
865 870 875 880

Thr Thr Leu Arg Ala Thr Val Thr Asp Arg Val Ser Pro Gly Val Val
885 890 895

Tyr Thr Thr Phe His His Pro Asp Thr Gln Ala Asn Val Val Thr Thr
900 905 910

Asp Thr Ser Asp Trp Ala Thr Asn Cys Pro Glu Tyr Lys Val Thr Ala
915 920 925
Val Gln Val Ala Ala Ser Asn Gly Pro Ser Asp Trp Gln Gln Asp Tyr
930 935 940

Ala Ala Gln Ala Ala Ala Ala Arg Arg Ile Glu Ala Ala Glu
945 950 955

<210> 8
<211> 500
<212> PRT
<213> Rhodobacter capsulatus
<400> 8

Met Lys Ile Trp Leu Pro Cys Asp Ala Ala Ala Lys Ala Cys Gly Ala
1 5 10 15
Glu Ala Val Leu Ala Ala Leu Arg Leu Glu Ala Glu Lys Arg Gly Gly
20 25 30
Ala Leu Asp Ile Ala Arg Asn Gly Ser Arg Gly Met Ile Trp Leu Glu

35 40 45
Pro Leu Leu Glu Val Glu Thr Pro Ala Gly Arg Ile Gly Phe Gly Pro
50 55 60
Met Thr Pro Ala Asp Val Pro Ala Leu Phe Asp Ala Leu Glu Ser His
65 70 75 80
Pro Lys Ala Leu Gly Leu Val Glu Glu Ile Pro Phe Phe Lys Arg Gln
85 90 95
Thr Arg Leu Thr Phe Ala Arg Cys Gly Arg Ile Glu Pro Leu Ser Leu
100 105 110

Ala Gln Phe Ala Ala Ala Glu Gly Trp Ala Gly Leu Arg Lys Ala Leu
115 120 125
Lys Met Thr Pro Ala Glu Val Val Glu Glu Val Leu Ala Ser Gly Leu
130 135 140
Arg Gly Arg Gly Gly Ala Gly Phe Pro Thr Gly Ile Lys Trp Arg Thr
145 150 155 160
Val Ala Ala Ala Gln Ala Asp Gln Lys Tyr Ile Val Cys Asn Val Asp

165 170 175

Glu Gly Asp Ser Gly Ser Phe Ala Asp Arg Met Leu Ile Glu Gly Asp

180 185 190

Pro Phe Cys Leu Val Glu Gly Met Ala Ile Ala Gly His Ala Val Gly

195 200 205

Ala Thr Arg Gly Tyr Val Tyr Ile Arg Ser Glu Tyr Pro Asp Ala Ile

210 215 220

Ala Val Met Arg Ala Ala Ile Ala Met Ala Lys Pro Phe Leu Ala Glu

225 230 235 240

Ala Gly Phe Glu Met Glu Val Arg Val Gly Ala Gly Ala Tyr Val Cys

245 250 255

Gly Glu Glu Thr Ser Leu Leu Asn Ser Leu Glu Gly Lys Arg Gly Thr

260 265 270

Val Arg Ala Lys Pro Pro Leu Pro Ala Leu Lys Gly Leu Phe Gly Lys

275 280 285

Pro Thr Val Val Asn Asn Leu Leu Ser Leu Ala Ala Val Pro Trp Ile

290 295 300

Ile Ala His Gly Ala Lys Ala Tyr Glu Ser Phe Gly Met Asp Arg Ser

305 310 315 320

Arg Gly Thr Ile Pro Leu Gln Ile Gly Gly Asn Val Lys Arg Gly Gly

325 330 335

Leu Phe Glu Thr Gly Phe Gly Ile Thr Leu Gly Glu Leu Val Glu Asp

340 345 350

Ile Cys Gly Gly Thr Ala Ser Gly Arg Pro Val Lys Ala Val Gln Val

355 360 365

Gly Gly Pro Leu Gly Ala Tyr His Pro Val Ser Asp Tyr His Leu Pro

370 375 380

Phe Cys Tyr Glu Gln Phe Ala Gly Gln Gly Gly Leu Val Gly His Ala

385 390 395 400

Gly Leu Val Val His Asp Asp Thr Ala Asp Met Leu Lys Leu Ala Arg

405 410 415

Phe Ala Met Glu Phe Cys Ala Ile Glu Ser Cys Gly Thr Cys Thr Pro
420 425 430
Cys Arg Ile Gly Ala Val Arg Gly Val Glu Val Ile Asp Arg Ile Ala
435 440 445
Ala Gly Asp Ala Ser Ala Met Pro Leu Leu Asp Asp Leu Cys Gln Thr
450 455 460
Met Lys Leu Gly Ser Leu Cys Ala Leu Gly Gly Phe Thr Pro Tyr Pro

465 470 475 480
Val Gln Ser Ala Ile Arg His Phe Pro Ala Asp Phe Pro Cys Ala Arg
485 490 495
Glu Ala Ala Glu
500

<210> 9
<211> 150
<212> PRT
<213> Rhodobacter capsulatus
<400> 9
Met Thr Asp Thr Ala Arg Leu Arg Ala Ile Leu Ala Ala His Arg Gly
1 5 10 15
Arg Glu Gly Ala Leu Leu Pro Ile Leu His Asp Val Gln Ala Ala Phe

20 25 30
Gly Phe Ile Pro Glu Asp Ala Tyr Ala Pro Ile Ala Ala Asp Leu Gly
35 40 45
Leu Thr Arg Ala Glu Val Ala Gly Val Val Gly Phe Tyr His Asp Phe
50 55 60
Arg Lys Ala Pro Ala Gly Arg His Val Ile Lys Leu Cys Arg Ala Glu
65 70 75 80
Ala Cys Gln Ala Met Gly Met Asp Ala Val Gln Ala Arg Leu Glu Ser
85 90 95

Ala Leu Gly Leu Arg Leu Gly Asp Ser Ser Glu Ala Val Thr Leu Glu
100 105 110
Ala Val Tyr Cys Leu Gly Leu Cys Ala Cys Ala Pro Ala Ala Met Val

115 120 125

Asp Asp Arg Leu Val Gly Arg Leu Asp Ala Ala Ala Val Ala Gly Ile

130 135 140

Val Ala Glu Leu Gly Ala

145 150

<210> 10

<211> 5369

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> pET-28a(+) vector

<400> 10

atccggatat agttcctcct ttcagcaaaa aacccctcaa gacccgttta gaggccccaa 60

ggggttatgc tagttattgc tcagcggtgg cagcagccaa ctcagcttcc tttcgggctt 120

tgttagcagc cggatctcag tggtggtggt ggtggtgctc gagtgcggcc gcaagcttgt 180

cgacggagct cgaattcgga tccgcgaccc atttgctgtc caccagtcat gctagccata 240

tggctgccgc gcggcaccag gccgctgctg tgatgatgat gatgatggct gctgcccatg 300

gtatatctcc ttcttaaagt taaacaaaat tatttctaga ggggaattgt tatccgctca 360

caattcccct atagtgagtc gtattaattt cgcgggatcg agatctcgat cctctacgcc 420

ggacgcatcg tggccggcat caccggcgcc acaggtgcgg ttgctggcgc ctatatcgcc 480

gacatcaccg atggggaaga tcgggctcgc cacttcgggc tcatgagcgc ttgtttcggc 540

gtgggtatgg tggcaggccc cgtggccggg ggactgttgg gcgccatctc cttgcatgca 600

ccattccttg cggcggcggt gctcaacggc ctcaacctac tactgggctg cttcctaatg 660

caggagtcgc ataagggaga gcgtcgagat cccggacacc atcgaatggc gcaaaacctt 720

tcgcggtatg gcatgatagc gcccggaaga gagtcaattc agggtggtga atgtgaaacc 780

agtaacgtta tacgatgtcg cagagtatgc cggtgtctct tatcagaccg tttcccgcgt 840

ggtgaaccag gccagccacg tttctgcgaa aacgcgggaa aaagtggaag cggcgatggc 900

ggagctgaat tacattccca accgcgtggc acaacaactg gcgggcaaac agtcgttgct 960

gattggcgtt gccacctcca gtctggccct gcacgcgccg tcgcaaattg tcgcggcgat 1020

taaatctcgc gccgatcaac tgggtgccag cgtggtggtg tcgatggtag aacgaagcgg 1080

cgtcgaagcc tgtaaagcgg cggtgcacaa tcttctcgcg caacgcgtca gtgggctgat 1140

cattaactat ccgctggatg accaggatgc cattgctgtg gaagctgcct gcactaatgt 1200

tccggcgtta tttcttgatg tctctgacca gacacccatc aacagtatta ttttctccca 1260

tgaagacggt acgcgactgg gcgtggagca tctggtcgca ttgggtcacc agcaaatcgc 1320
gctgttagcg ggcccattaa gttctgtctc ggcgcgtctg cgtctggctg gctggcataa 1380
atatctcact cgcaatcaaa ttcagccgat agcggaacgg gaaggcgact ggagtgccat 1440
gtccggtttt caacaaacca tgcaaatgct gaatgagggc atcgttccca ctgcgatgct 1500
ggttgccaac gatcagatgg cgctgggcgc aatgcgcgcc attaccgagt ccgggctgcg 1560
cgttggtgcg gatatctcgg tagtgggata cgacgatacc gaagacagct catgttatat 1620
cccgccgtta accaccatca aacaggattt tcgcctgctg gggcaaacca gcgtggaccg 1680

cttgctgcaa ctctctcagg gccaggcggt gaagggcaat cagctgttgc ccgtctcact 1740
ggtgaaaaga aaaaccaccc tggcgcccaa tacgcaaacc gcctctcccc gcgcgttggc 1800
cgattcatta atgcagctgg cacgacaggt ttcccgactg gaaagcgggc agtgagcgca 1860
acgcaattaa tgtaagttag ctcactcatt aggcaccggg atctcgaccg atgcccttga 1920
gagccttcaa cccagtcagc tccttccggt gggcgcgggg catgactatc gtcgccgcac 1980
ttatgactgt cttctttatc atgcaactcg taggacaggt gccggcagcg ctctgggtca 2040
ttttcggcga ggaccgcttt cgctggagcg cgacgatgat cggcctgtcg cttgcggtat 2100

tcggaatctt gcacgccctc gctcaagcct tcgtcactgg tcccgccacc aaacgtttcg 2160
gcgagaagca ggccattatc gccggcatgg cggccccacg ggtgcgcatg atcgtgctcc 2220
tgtcgttgag gacccggcta ggctggcggg gttgccttac tggttagcag aatgaatcac 2280
cgatacgcga gcgaacgtga agcgactgct gctgcaaaac gtctgcgacc tgagcaacaa 2340
catgaatggt cttcggtttc cgtgtttcgt aaagtctgga aacgcggaag tcagcgccct 2400
gcaccattat gttccggatc tgcatcgcag gatgctgctg gctaccctgt ggaacaccta 2460
catctgtatt aacgaagcgc tggcattgac cctgagtgat ttttctctgg tcccgccgca 2520

tccataccgc cagttgttta ccctcacaac gttccagtaa ccgggcatgt tcatcatcag 2580
taacccgtat cgtgagcatc ctctctcgtt tcatcggtat cattaccccc atgaacagaa 2640
atccccctta cacggaggca tcagtgacca aacaggaaaa aaccgccctt aacatggccc 2700
gctttatcag aagccagaca ttaacgcttc tggagaaact caacgagctg gacgcggatg 2760
aacaggcaga catctgtgaa tcgcttcacg accacgctga tgagctttac cgcagctgcc 2820
tcgcgcgttt cggtgatgac ggtgaaaacc tctgacacat gcagctcccg gagacggtca 2880
cagcttgtct gtaagcggat gccgggagca gacaagcccg tcagggcgcg tcagcgggtg 2940

ttggcgggtg tcggggcgca gccatgaccc agtcacgtag cgatagcgga gtgtatactg 3000

gcttaactat gcggcatcag agcagattgt actgagagtg caccatatat gcggtgtgaa 3060

ataccgcaca gatgcgtaag gagaaaatac cgcatcaggc gctcttccgc ttcctcgctc 3120

actgactcgc tgcgctcggt cgttcggctg cggcgagcgg tatcagctca ctcaaaggcg 3180

gtaatacggt tatccacaga atcaggggat aacgcaggaa agaacatgtg agcaaaaggc 3240

cagcaaaagg ccaggaaccg taaaaaggcc gcgttgctgg cgtttttcca taggctccgc 3300

ccccctgacg agcatcacaa aaatcgacgc tcaagtcaga ggtggcgaaa cccgacagga 3360

ctataaagat accaggcgtt tccccctgga agctccctcg tgcgctctcc tgttccgacc 3420

ctgccgctta ccggatacct gtccgccttt ctcccttcgg gaagcgtggc gctttctcat 3480

agctcacgct gtaggtatct cagttcggtg taggtcgttc gctccaagct gggctgtgtg 3540

cacgaacccc ccgttcagcc cgaccgctgc gccttatccg gtaactatcg tcttgagtcc 3600

aacccggtaa gacacgactt atcgccactg gcagcagcca ctggtaacag gattagcaga 3660

gcgaggtatg taggcggtgc tacagagttc ttgaagtggt ggcctaacta cggctacact 3720

agaaggacag tatttggtat ctgcgctctg ctgaagccag ttaccttcgg aaaaagagtt 3780

ggtagctctt gatccggcaa acaaaccacc gctggtagcg gtggtttttt tgtttgcaag 3840

cagcagatta cgcgcagaaa aaaaggatct caagaagatc ctttgatctt ttctacgggg 3900

tctgacgctc agtggaacga aaactcacgt taagggattt tggtcatgaa caataaaact 3960

gtctgcttac ataaacagta atacaagggg tgttatgagc catattcaac gggaaacgtc 4020

ttgctctagg ccgcgattaa attccaacat ggatgctgat ttatatgggt ataaatgggc 4080

tcgcgataat gtcgggcaat caggtgcgac aatctatcga ttgtatggga agcccgatgc 4140

gccagagttg tttctgaaac atggcaaagg tagcgttgcc aatgatgtta cagatgagat 4200

ggtcagacta aactggctga cggaatttat gcctcttccg accatcaagc attttatccg 4260

tactcctgat gatgcatggt tactcaccac tgcgatcccc gggaaaacag cattccaggt 4320

attagaagaa tatcctgatt caggtgaaaa tattgttgat gcgctggcag tgttcctgcg 4380

ccggttgcat tcgattcctg tttgtaattg tccttttaac agcgatcgcg tatttcgtct 4440

cgctcaggcg caatcacgaa tgaataacgg tttggttgat gcgagtgatt ttgatgacga 4500

gcgtaatggc tggcctgttg aacaagtctg gaaagaaatg cataaacttt tgccattctc 4560

accggattca gtcgtcactc atggtgattt ctcacttgat aaccttattt ttgacgaggg 4620

gaaattaata ggttgtattg atgttggacg agtcggaatc gcagaccgat accaggatct 4680

tgccatccta tggaactgcc tcggtgagtt ttctccttca ttacagaaac ggctttttca 4740

aaaatatggt attgataatc ctgatatgaa taaattgcag tttcatttga tgctcgatga 4800

gtttttctaa gaattaattc atgagcggat acatatttga atgtatttag aaaaataaac 4860

aaataggggt tccgcgcaca tttccccgaa aagtgccacc tgaaattgta aacgttaata 4920

ttttgttaaa attcgcgtta aatttttgtt aaatcagctc atttttaac caataggccg 4980

aaatcggcaa aatcccttat aaatcaaaag aatagaccga gatagggttg agtgttgttc 5040

cagtttggaa caagagtcca ctattaaaga acgtggactc caacgtcaaa gggcgaaaaa 5100

ccgtctatca gggcgatggc ccactacgtg aaccatcacc ctaatcaagt tttttggggt 5160

cgaggtgccg taaagcacta aatcggaacc ctaaagggag cccccgattt agagcttgac 5220

ggggaaagcc ggcgaacgtg gcgagaaagg aagggaagaa agcgaaagga gcgggcgcta 5280

gggcgctggc aagtgtagcg gtcacgctgc gcgtaaccac cacacccgcc gcgcttaatg 5340

cgccgctaca gggcgcgtcc cattcgcca 5369

<210> 11

<211> 1911

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Carbon monoxide dehydrogenase II derived from Carboxydothermus hydrogenoformans

<400> 11

atggcgaaac aaaatctgaa gagcaccgac cgtgcggttc aacaaatgct ggataaagcg 60

aagcgtgagg gtattcaaac cgtgtgggat cgttacgagg cgatgaagcc gcagtgcggt 120

ttcggcgaaa ccggtctgtg ctgccgtcac tgcctgcaag gtccgtgccg tattaacccg 180

tttggcgatg agccgaaagt gggcatttgc ggtgcgaccg cggaagtgat cgttgcgcgt 240

ggtctggacc gtagcattgc ggcgggtgcg gcgggtcata gcggtcatgc gaagcacctg 300

gcgcacaccc tgaagaaagc ggtgcagggc aaagcggcga gctatatgat taaggaccgt 360

accaaactgc acagcatcgc gaagcgtctg ggtattccga ccgaaggcca aaaagacgag 420

gatattgcgc tggaagttgc gaaagcggcg ctggcggact tccatgagaa agataccccg 480

gttctgtggg tgaccaccgt tctgccgccg agccgtgtga aggttctgag cgcgcatggt 540

ctgatcccgg cgggtattga tcacgaaatc gcggagatta tgcaccgtac cagcatgggt 600

tgcgacgcgg atgcgcagaa cctgctgctg ggtggcctgc gttgcagcct ggcggacctg 660

gcgggttgct acatgggcac cgacctggcg gatatcctgt ttggtacccc ggcgccggtg 720

gttaccgaaa gcaacctggg cgtgctgaag gcggatgcgg tgaacgttgc ggtgcacggt 780

cacaacccgg ttctgagcga catcattgtt agcgtgagca aagagatgga aaacgaggcg 840

cgtgcggcgg gtgcgaccgg tatcaacgtg gttggtattt gctgcaccgg caacgaggtg 900

ctgatgcgtc acggtattcc ggcgtgcacc cacagcgtta gccaggaaat ggcgatgatc 960

accggcgcgc tggacgcgat gatcctggat tatcagtgca ttcaaccgag cgtggcgacc 1020

attgcggagt gcaccggtac caccgttatt accaccatgg aaatgagcaa aatcaccggt 1080

gcgacccatg tgaactttgc ggaggaagcg gcggttgaga acgcgaagca aatcctgcgt 1140

ctggcgattg atacctttaa acgtcgtaag ggtaaaccgg tggagatccc gaacattaag 1200

accaaagtgg ttgcgggctt cagcaccgaa gcgatcatta acgcgctgag caagctgaac 1260

gcgaacgatc cgctgaaacc gctgattgac aacgtggtta acggtaacat ccgtggcgtg 1320

tgcctgttcg cgggttgcaa caacgttaag gtgccgcagg accaaaactt taccaccatt 1380

gcgcgtaagc tgctgaaaca gaacgttctg gtggttgcga ccggttgcgg tgcgggtgcg 1440

ctgatgcgtc acggttttat ggacccggcg aacgtggatg agctgtgcgg cgacggtctg 1500

aaagcggttc tgaccgcgat cggtgaagcg aacggtctgg gtggcccgct gccgccggtg 1560

ctgcacatgg gtagctgcgt tgacaacagc cgtgcggtgg cgctggttgc ggcgctggcg 1620

aaccgtctgg gcgttgacct ggatcgtctg ccggtggttg cgagcgcggc ggaagcgatg 1680

catgagaagg cggtggcgat tggtacctgg gcggttacca tcggtctgcc gacccacatt 1740

ggtgtgctgc cgccgatcac cggcagcctg ccggtgaccc aaatcctgac cagcagcgtt 1800

aaagatatta ccggtggcta cttcatcgtt gaactggacc cggagaccgc ggcggacaaa 1860

ctgctggcgg cgatcaatga gcgtcgtgcg ggtctgggtc tgccgtggtg a 1911

<210> 12

<211> 1902

<212> DNA

<213> Unknown

<220><223> Carbon monoxide dehydrogenase IV derived from Carboxydothermus hydrogenoformans

<400> 12

atggataaaa gcaagttatc agtagatcct gtgatcccga atttatatcg taaagccaga 60

gaggaaggga tttccactgt ttttgatcgt tatgaagcac agcagcctca gtgcggattt 120

gggcttacag gcctttgctg tcgtcattgc gtgcagggac cgtgccgcat agatccgttt 180

ggggaaggac cgcaagcggg catttgcggt gctaccgccg aggtaataac ggctcgcaat 240

ctgctgcgtc aagtcacggc gggtgctgcc gcccatgtag accatgcgta tgatgtgctg 300

gaagttttgg aacaaatcgc ccaaggtacg gaatcataca gtatcaaaga tcaagaaaag 360

ttaaagcagg tcgcttttac cttaggtata gataccgcta acaaaacaga gcaggagatt 420

gttgaagaga tgtgccaaat tatctatcgg gattttgcca attctggtgc aacaccgatg 480

acctatctga aagccaactc tcctcgggaa cgccttgaga catgggaaaa attaggggtt 540

ctgcctcgta acccagaccg tgaaatcaga gaagccttac accagactac aatggggatg 600

gatgcggacc cagtaaattt aatcttaaaa actattcgcc ttggtctggt tgatggtttt 660

gcgggtctca agttagcgac ggatttacag gacatcattt ttggcactcc ccagccagtt 720

gtcacagaag caaatctggg tgtactcaaa gaagattatg tgaatatcat agtccacggc 780

catgttccgt tacttagcga aaaaattgtt gaatggagca gaaagttgga agatgaggcg 840

aaaaaagcag gggcaaaagg aatcaatctt gcaggtatat gttgtactgg taacgaggtg 900

ttaatgcgtc agggtgtacc gttagcaaca aacttcctgg cccaggagtt ggcgattatt 960

acgggggcag ttgacttaat ggtagtggat gttcagtgta ttatgccctc attagcagaa 1020

attgctgctt gctatcatac ccgcttagtc actaccatgc cgattgtgaa aattccaggt 1080

gcggagcatg ttccgttcac cacagaaact gccgatgagg cctcgcagca gattgtgcgt 1140

atggctatag agagttacca aaaacgcaat ccagccaagg tctacatccc cagggaaaaa 1200

gccaaagttg tagcaggatt cagcgttgag gcaatagtaa aagcgttagc gaaactaaat 1260

cctgacgatc cgttaaagcc cttaattgat aatattgtgt ctggcaacat tctgggtgtg 1320

gtcgccaccg ttggttgtaa caatgtgaag gtcaagcatg attggttcca catagaatta 1380

gtaaaagaac taattaaaaa caatgtgtta gtggtgacta caggctgttc cgctcatgcg 1440

ttagcgaaag caggcttgat ggaccccgca gcagccgaat gggctggcga gggtttacga 1500

gccgtcttaa cggcaatagg cacggctaat gatttgggcg gcccgctgcc gcctgttttg 1560

cacatgggat cgtgtgttga taactcccga atcggggact tagtgatcgc cgtcgcaaac 1620

taccttaaag taagtccaaa agaccttccg attgcggctt ctgcacctga ataccagcat 1680

gaaaaggctt tgagcatcgg aacctgggcg gtagcgatgg gtattatgac ccacttggga 1740

gttgttccac ctgtggtcgg aagttcaaaa gttacccgta ttcttaccca agatgccgag 1800

gctttaatag gcggcaaatt ttatgtggaa acggacccat ataaagcagc agcgggcatc 1860

attgaacata ttaaggctaa acgggctcta ctgaatttat aa 1902

<210> 13

<211> 1890

<212> DNA

<213> Thermococcus sp.

<400> 13

atggccggaa agaaggttcc ctcaaagcaa gtctccataa ctccaggtgt tggaaagctt 60

attgagaaag ccgaggagga tggggtcaag actgcctggc acagattttt ggagcagcag 120

cctcagtgtg gattcggtct cttaggtgtc tgctgtaaga actgtacaat gggaccatgt 180

agaatcgatc cgtttggggt tggcccaact aagggagttt gtggtgcgga tgcagataca 240

atagtagcaa ggaacattgt aagaatgata gcggctggta ctgccggtca cagcgatcac 300

tcaagagatg tagtccatgt attcaagggc attgctgaag gaaagttcaa ggactataaa 360

ctaacagatg ttgaaaagct caaagagctg gctaagattc tgggtgtcga aacagagggc 420

aagagcgaaa atgaaattgc attggaagtc gcccacattc ttgagatgga gttcggaaaa 480

caggatgagg agccagtaag attacttgca gcaacagcac caaagaagag gattaaggtc 540

tgggagaagc taggagtctt accaagagcc atcgacaggg agatatgtct cagtatgcac 600

agaacccaca taggctgtga tgcagaccct gcaagccttc tactgcatgg tgtgaggact 660

gccctggccg acggctggtg cggctcaatg atggccactt atctgagcga cattctcttt 720

ggaacaccaa agccgataaa gtcgctggcg aacctgggag tcttgaagga agacatggtc 780

aacataatcg ttcacggcca caacccgatt ctctccatga aaatagcaga gattgcccag 840

agtgaagaga tgcagaagct tgcagagcag tacggagcaa agggaattaa cgttgctgga 900

atgtgctgta ccggaaacga agttctctca agaatgggag ttcaggtcgc tggaaacttc 960

ctaatgcaag agctggcgat tataactggt gcagttgagg ccgtgatagt tgactaccag 1020

tgcctaatgc cctcattagt tgatgtcgct tcatgttacc acactaagat aataactact 1080

gagccaaagg ctcgcattcc gggagcaata cacgtcgaat ttgaacctga gaaagcggac 1140

gagatcgcca aagagatcat caagattgca attgagaact ataagaacag agttccggca 1200

aaagtctaca ttccagagca caagatggaa ttggttgctg gatttagtgt cgaggcaata 1260

cttgaagccc ttggtggaac actggagccc ctcataaaag ccctccagga cggaacaata 1320

aagggaatcg tcggaatcgt tggatgtaac aatccaaggg tcaagcagaa ctacggtcac 1380

gtcaccttgg ccaaggagct catcaagagg gacatcctgg ttgttggaac tggttgctgg 1440

ggaattgctg cagcaatgca tggattacta acccccgaag cagctgaaat ggccggtcca 1500

gggctgaagg cagtatgcga agcgctcgga attccaccat gcctgcacat gggaagctgt 1560

gttgactgtt cgagaatcct gctggtcttg agtgcccttg ccaatgctct gaatgttgac 1620

atttcagact tgccagttgc tggctctgct ccagaatgga tgagcgagaa ggcagtggca 1680

ataggaacct acttcgttgc aagcggcgtc ttcacgcact tgggagttat cccaccagtc 1740

cttggaagcc agaaggttac caaactcctt acggatgaca tcgaggatct ccttggaggg 1800

aagttctacg ttgagacaga tccagtgaaa gcggcagaaa caatatacaa cgtgataatt 1860

gagaagagga aaaaacttgg attgcccatc 1890

<210> 14

<211> 7244

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising ChCODH II and His-tag

<400> 14

tggcgaatgg gacgcgccct gtagcggcgc attaagcgcg gcgggtgtgg tggttacgcg 60

cagcgtgacc gctacacttg ccagcgccct agcgcccgct cctttcgctt tcttcccttc 120

ctttctcgcc acgttcgccg gctttccccg tcaagctcta aatcgggggc tccctttagg 180

gttccgattt agtgctttac ggcacctcga ccccaaaaaa cttgattagg gtgatggttc 240

acgtagtggg ccatcgccct gatagacggt ttttcgccct ttgacgttgg agtccacgtt 300

ctttaatagt ggactcttgt tccaaactgg aacaacactc aaccctatct cggtctattc 360

ttttgattta taagggattt gccgatttc ggcctattgg ttaaaaaatg agctgattta 420

acaaaaattt aacgcgaatt ttaacaaaat attaacgttt acaatttcag gtggcacttt 480

tcggggaaat gtgcgcggaa cccctatttg tttatttttc taaatacatt caaatatgta 540

tccgctcatg aattaattct tagaaaaact catcgagcat caaatgaaac tgcaatttat 600

tcatatcagg attatcaata ccatattttt gaaaaagccg tttctgtaat gaaggagaaa 660

actcaccgag gcagttccat aggatggcaa gatcctggta tcggtctgcg attccgactc 720

gtccaacatc aatacaacct attaatttcc cctcgtcaaa aataaggtta tcaagtgaga 780

aatcaccatg agtgacgact gaatccggtg agaatggcaa aagtttatgc atttctttcc 840

agacttgttc aacaggccag ccattacgct cgtcatcaaa atcactcgca tcaaccaaac 900

cgttattcat tcgtgattgc gcctgagcga gacgaaatac gcgatcgctg ttaaaaggac 960

aattacaaac aggaatcgaa tgcaaccggc gcaggaacac tgccagcgca tcaacaatat 1020

tttcacctga atcaggatat tcttctaata cctggaatgc tgttttcccg gggatcgcag 1080

tggtgagtaa ccatgcatca tcaggagtac ggataaaatg cttgatggtc ggaagaggca 1140

taaattccgt cagccagttt agtctgacca tctcatctgt aacatcattg gcaacgctac 1200

ctttgccatg tttcagaaac aactctggcg catcgggctt cccatacaat cgatagattg 1260

tcgcacctga ttgcccgaca ttatcgcgag cccatttata cccatataaa tcagcatcca 1320

tgttggaatt taatcgcggc ctagagcaag acgtttcccg ttgaatatgg ctcataacac 1380

cccttgtatt actgtttatg taagcagaca gttttattgt tcatgaccaa aatcccttaa 1440

cgtgagtttt cgttccactg agcgtcagac cccgtagaaa agatcaaagg atcttcttga 1500

gatccttttt ttctgcgcgt aatctgctgc ttgcaaacaa aaaaaccacc gctaccagcg 1560

gtggtttgtt tgccggatca agagctacca actcttttte cgaaggtaac tggcttcagc 1620

agagcgcaga taccaaatac tgtccttcta gtgtagccgt agttaggcca ccacttcaag 1680

aactctgtag caccgcctac atacctcgct ctgctaatcc tgttaccagt ggctgctgcc 1740

agtggcgata agtcgtgtct taccgggttg gactcaagac gatagttacc ggataaggcg 1800

cagcggtcgg gctgaacggg gggttcgtgc acacagccca gcttggagcg aacgacctac 1860

accgaactga gatacctaca gcgtgagcta tgagaaagcg ccacgcttcc cgaagggaga 1920

aaggcggaca ggtatccggt aagcggcagg gtcggaacag gagagcgcac gagggagctt 1980

ccaggggaa acgcctggta tctttatagt cctgtcgggt ttcgccacct ctgacttgag 2040

cgtcgatttt tgtgatgctc gtcaggggggg cggagcctat ggaaaaacgc cagcaacgcg 2100

gccttttac ggttcctggc cttttgctgg ccttttgctc acatgttctt tcctgcgtta 2160

tcccctgatt ctgtggataa ccgtattacc gcctttgagt gagctgatac cgctcgccgc 2220

agccgaacga ccgagcgcag cgagtcagtg agcgaggaag cggaagagcg cctgatgcgg 2280

tattttctcc ttacgcatct gtgcggtatt tcacaccgca tatatggtgc actctcagta 2340

caatctgctc tgatgccgca tagttaagcc agtatacact ccgctatcgc tacgtgactg 2400

ggtcatggct gcgccccgac acccgccaac acccgctgac gcgccctgac gggcttgtct 2460

gctcccggca tccgcttaca gacaagctgt gaccgtctcc gggagctgca tgtgtcagag 2520

gttttcaccg tcatcaccga aacgcgcgag gcagctgcgg taaagctcat cagcgtggtc 2580

gtgaagcgat tcacagatgt ctgcctgttc atccgcgtcc agctcgttga gtttctccag 2640

aagcgttaat gtctggcttc tgataaagcg ggccatgtta agggcggttt tttcctgttt 2700

ggtcactgat gcctccgtgt aaggggggatt tctgttcatg ggggtaatga taccgatgaa 2760

acgagagagg atgctcacga tacgggttac tgatgatgaa catgcccggt tactggaacg 2820

ttgtgagggt aaacaactgg cggtatggat gcggcgggac cagagaaaaa tcactcaggg 2880

tcaatgccag cgcttcgtta atacagatgt aggtgttcca cagggtagcc agcagcatcc 2940

tgcgatgcag atccggaaca taatggtgca gggcgctgac ttccgcgttt ccagacttta 3000

cgaaacacgg aaaccgaaga ccattcatgt tgttgctcag gtcgcagacg ttttgcagca 3060

gcagtcgctt cacgttcgct cgcgtatcgg tgattcattc tgctaaccag taaggcaacc 3120

ccgccagcct agccgggtcc tcaacgacag gagcacgatc atgcgcaccc gtggggccgc 3180

catgccggcg ataatggcct gcttctcgcc gaaacgtttg gtggcgggac cagtgacgaa 3240

ggcttgagcg agggcgtgca agattccgaa taccgcaagc gacaggccga tcatcgtcgc 3300

gctccagcga aagcggtcct cgccgaaaat gacccagagc gctgccggca cctgtcctac 3360

gagttgcatg ataaagaaga cagtcataag tgcggcgacg atagtcatgc cccgcgccca 3420
ccggaaggag ctgactgggt tgaaggctct caagggcatc ggtcgagatc ccggtgccta 3480
atgagtgagc taacttacat taattgcgtt gcgctcactg cccgctttcc agtcgggaaa 3540
cctgtcgtgc cagctgcatt aatgaatcgg ccaacgcgcg gggagaggcg gtttgcgtat 3600
tgggcgccag ggtggtttttt cttttcacca gtgagacggg caacagctga ttgcccttca 3660
ccgcctggcc ctgagagagt tgcagcaagc ggtccacgct ggtttgcccc agcaggcgaa 3720
aatcctgttt gatggtggtt aacggcggga tataacatga gctgtcttcg gtatcgtcgt 3780

atcccactac cgagatatcc gcaccaacgc gcagcccgga ctcggtaatg gcgcgcattg 3840
cgcccagcgc catctgatcg ttggcaacca gcatcgcagt gggaacgatg ccctcattca 3900
gcatttgcat ggtttgttga aaaccggaca tggcactcca gtcgccttcc cgttccgcta 3960
tcggctgaat ttgattgcga gtgagatatt tatgccagcc agccagacgc agacgcgccg 4020
agacagaact taatgggccc gctaacagcg cgatttgctg gtgacccaat gcgaccagat 4080
gctccacgcc cagtcgcgta ccgtcttcat gggagaaaat aatactgttg atgggtgtct 4140
ggtcagagac atcaagaaat aacgccggaa cattagtgca ggcagcttcc acagcaatgg 4200

catcctggtc atccagcgga tagttaatga tcagcccact gacgcgttgc gcgagaagat 4260
tgtgcaccgc cgctttacag gcttcgacgc cgcttcgttc taccatcgac accaccacgc 4320
tggcacccag ttgatcggcg cgagatttaa tcgccgcgac aatttgcgac ggcgcgtgca 4380
gggccagact ggaggtggca acgccaatca gcaacgactg tttgcccgcc agttgttgtg 4440
ccacgcggtt gggaatgtaa ttcagctccg ccatcgccgc ttccactttt tcccgcgttt 4500
tcgcagaaac gtggctggcc tggttcacca cgcgggaaac ggtctgataa gagacaccgg 4560
catactctgc gacatcgtat aacgttactg gtttcacatt caccaccctg aattgactct 4620

cttccgggcg ctatcatgcc ataccgcgaa aggttttgcg ccattcgatg gtgtccggga 4680
tctcgacgct ctcccttatg cgactcctgc attaggaagc agcccagtag taggttgagg 4740
ccgttgagca ccgccgccgc aaggaatggt gcatgcaagg agatggcgcc caacagtccc 4800
ccggccacgg ggcctgccac catacccacg ccgaaacaag cgctcatgag cccgaagtgg 4860
cgagcccgat cttccccatc ggtgatgtcg gcgatatagg cgccagcaac cgcacctgtg 4920
gcgccggtga tgccggccac gatgcgtccg gcgtagagga tcgagatctc gatcccgcga 4980
aattaatacg actcactata ggggaattgt gagcggataa caattcccct ctagaaataa 5040

ttttgtttaa ctttaagaag gagatatacc atgggcagca gccatcatca tcatcatcac 5100

agcagcggcc tggtgccgcg cggcagccat atggcgaaac aaaatctgaa gagcaccgac 5160

cgtgcggttc aacaaatgct ggataaagcg aagcgtgagg gtattcaaac cgtgtgggat 5220

cgttacgagg cgatgaagcc gcagtgcggt ttcggcgaaa ccggtctgtg ctgccgtcac 5280

tgcctgcaag gtccgtgccg tattaacccg tttggcgatg agccgaaagt gggcatttgc 5340

ggtgcgaccg cggaagtgat cgttgcgcgt ggtctggacc gtagcattgc ggcgggtgcg 5400

gcgggtcata gcggtcatgc gaagcacctg gcgcacaccc tgaagaaagc ggtgcagggc 5460

aaagcggcga gctatatgat taaggaccgt accaaactgc acagcatcgc gaagcgtctg 5520

ggtattccga ccgaaggcca aaaagacgag gatattgcgc tggaagttgc gaaagcggcg 5580

ctggcggact tccatgagaa agataccccg gttctgtggg tgaccaccgt tctgccgccg 5640

agccgtgtga aggttctgag cgcgcatggt ctgatcccgg cgggtattga tcacgaaatc 5700

gcggagatta tgcaccgtac cagcatgggt tgcgacgcgg atgcgcagaa cctgctgctg 5760

ggtggcctgc gttgcagcct ggcggacctg gcgggttgct acatgggcac cgacctggcg 5820

gatatcctgt ttggtacccc ggcgccggtg gttaccgaaa gcaacctggg cgtgctgaag 5880

gcggatgcgg tgaacgttgc ggtgcacggt cacaacccgg ttctgagcga catcattgtt 5940

agcgtgagca aagagatgga aaacgaggcg cgtgcggcgg gtgcgaccgg tatcaacgtg 6000

gttggtattt gctgcaccgg caacgaggtg ctgatgcgtc acggtattcc ggcgtgcacc 6060

cacagcgtta gccaggaaat ggcgatgatc accggcgcgc tggacgcgat gatcctggat 6120

tatcagtgca ttcaaccgag cgtggcgacc attgcggagt gcaccggtac caccgttatt 6180

accaccatgg aaatgagcaa aatcaccggt gcgacccatg tgaactttgc ggaggaagcg 6240

gcggttgaga acgcgaagca aatcctgcgt ctggcgattg atacctttaa acgtcgtaag 6300

ggtaaaccgg tggagatccc gaacattaag accaaagtgg ttgcgggctt cagcaccgaa 6360

gcgatcatta acgcgctgag caagctgaac gcgaacgatc cgctgaaacc gctgattgac 6420

aacgtggtta acggtaacat ccgtggcgtg tgcctgttcg cgggttgcaa caacgttaag 6480

gtgccgcagg accaaaaactt taccaccatt gcgcgtaagc tgctgaaaca gaacgttctg 6540

gtggttgcga ccggttgcgg tgcgggtgcg ctgatgcgtc acggttttat ggacccggcg 6600

aacgtggatg agctgtgcgg cgacggtctg aaagcggttc tgaccgcgat cggtgaagcg 6660

aacggtctgg gtggcccgct gccgccggtg ctgcacatgg gtagctgcgt tgacaacagc 6720

cgtgcggtgg cgctggttgc ggcgctggcg aaccgtctgg gcgttgacct ggatcgtctg 6780

ccggtggttg cgagcgcggc ggaagcgatg catgagaagg cggtggcgat tggtacctgg 6840

gcggttacca tcggtctgcc gacccacatt ggtgtgctgc cgccgatcac cggcagcctg 6900

ccggtgaccc aaatcctgac cagcagcgtt aaagatatta ccggtggcta cttcatcgtt 6960

gaactggacc cggagaccgc ggcggacaaa ctgctggcgg cgatcaatga gcgtcgtgcg 7020

ggtctgggtc tgccgtggtg aggatccgaa ttcgagctcc gtcgacaagc ttgcggccgc 7080

actcgagcac caccaccacc accactgaga tccggctgct aacaaagccc gaaaggaagc 7140

tgagttggct gctgccaccg ctgagcaata actagcataa ccccttgggg cctctaaacg 7200

ggtcttgagg ggtttttttgc tgaaaggagg aactatatcc ggat 7244

<210> 15

<211> 7195

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising ChCODH IV and His-tag

<400> 15

atccggatat agttcctcct ttcagcaaaa aacccctcaa gacccgttta gaggccccaa 60

ggggttatgc tagttattgc tcagcggtgg cagcagccaa ctcagcttcc tttcgggctt 120

tgttagcagc cggatctcag tggtggtggt ggtggtgctc gagttataaa ttcagtagag 180

cccgtttagc cttaatatgt tcaatgatgc ccgctgctgc tttatatggg tccgtttcca 240

cataaaattt gccgcctatt aaagcctcgg catcttgggt aagaatacgg gtaacttttg 300

aacttccgac cacaggtgga acaactccca agtgggtcat aatacccatc gctaccgccc 360

aggttccgat gctcaaagcc ttttcatgct ggtattcagg tgcagaagcc gcaatcggaa 420

ggtctttttgg acttacttta aggtagtttg cgacggcgat cactaagtcc ccgattcggg 480

agttatcaac acacgatccc atgtgcaaaa caggcggcag cgggccgccc aaatcattag 540

ccgtgcctat tgccgttaag acggctcgta aaccctcgcc agcccattcg gctgctgcgg 600

ggtccatcaa gcctgctttc gctaacgcat gagcggaaca gcctgtagtc accactaaca 660

cattgttttt aattagttct tttactaatt ctatgtggaa ccaatcatgc ttgaccttca 720

cattgttaca accaacggtg gcgaccacac ccagaatgtt gccagacaca atattatcaa 780

ttaagggctt taacggatcg tcaggattta gtttcgctaa cgcttttact attgcctcaa 840

cgctgaatcc tgctacaact ttggcttttt ccctggggat gtagaccttg gctggattgc 900

gtttttggta actctctata gccatacgca caatctgctg cgaggcctca tcggcagttt 960

ctgtggtgaa cggaacatgc tccgcacctg gaattttcac aatcggcatg gtagtgacta 1020

agcgggtatg atagcaagca gcaatttctg ctaatgaggg cataatacac tgaacatcca 1080

ctaccattaa gtcaactgcc cccgtaataa tcgccaactc ctgggccagg aagtttgttg 1140

ctaacggtac accctgacgc attaacacct cgttaccagt acaacatata cctgcaagat 1200

tgattccttt tgcccctgct tttttcgcct catcttccaa ctttctgctc cattcaacaa 1260

ttttttcgct aagtaacgga acatggccgt ggactatgat attcacataa tcttctttga 1320

gtacacccag atttgcttct gtgacaactg gctggggagt gccaaaaatg atgtcctgta 1380

aatccgtcgc taacttgaga cccgcaaaac catcaaccag accaaggcga atagttttta 1440

agattaaatt tactgggtcc gcatccatcc ccattgtagt ctggtgtaag gcttctctga 1500

tttcacggtc tgggttacga ggcagaaccc ctaatttttc ccatgtctca aggcgttccc 1560

gaggagagtt ggctttcaga taggtcatcg gtgttgcacc agaattggca aaatcccgat 1620

agataatttg gcacatctct tcaacaatct cctgctctgt tttgttagcg gtatctatac 1680

ctaaggtaaa agcgacctgc tttaactttt cttgatcttt gatactgtat gattccgtac 1740

cttgggcgat ttgttccaaa acttccagca catcatacgc atggtctaca tgggcggcag 1800

cacccgccgt gacttgacgc agcagattgc gagccgttat tacctcggcg gtagcaccgc 1860

aaatgcccgc ttgcggtcct tccccaaacg gatctatgcg gcacggtccc tgcacgcaat 1920

gacgacagca aaggcctgta agcccaaatc cgcactgagg ctgctgtgct tcataacgat 1980

caaaaacagt ggaaatccct tcctctctgg ctttacgata taaattcggg atcacaggat 2040

ctactgataa cttgctttta tccatatggc tgccgcgcgg caccaggccg ctgctgtgat 2100

gatgatgatg atggctgctg cccatggtat atctccttct taaagttaaa caaaattatt 2160

tctagagggg aattgttatc cgctcacaat tcccctatag tgagtcgtat taatttcgcg 2220

ggatcgagat ctcgatcctc tacgccggac gcatcgtggc cggcatcacc ggcgccacag 2280

gtgcggttgc tggcgcctat atcgccgaca tcaccgatgg ggaagatcgg gctcgccact 2340

tcgggctcat gagcgcttgt ttcggcgtgg gtatggtggc aggccccgtg gccgggggac 2400

tgttgggcgc catctccttg catgcaccat tccttgcggc ggcggtgctc aacggcctca 2460

acctactact gggctgcttc ctaatgcagg agtcgcataa gggagagcgt cgagatcccg 2520

gacaccatcg aatggcgcaa aacctttcgc ggtatggcat gatagcgccc ggaagagagt 2580

caattcaggg tggtgaatgt gaaaccagta acgttatacg atgtcgcaga gtatgccggt 2640

gtctcttatc agaccgtttc ccgcgtggtg aaccaggcca gccacgtttc tgcgaaaacg 2700

cgggaaaaag tggaagcggc gatggcggag ctgaattaca ttcccaaccg cgtggcacaa 2760

caactggcgg gcaaacagtc gttgctgatt ggcgttgcca cctccagtct ggccctgcac 2820

gcgccgtcgc aaattgtcgc ggcgattaaa tctcgcgccg atcaactggg tgccagcgtg 2880

gtggtgtcga tggtagaacg aagcggcgtc gaagcctgta aagcggcggt gcacaatctt 2940

ctcgcgcaac gcgtcagtgg gctgatcatt aactatccgc tggatgacca ggatgccatt 3000

gctgtggaag ctgcctgcac taatgttccg gcgttatttc ttgatgtctc tgaccagaca 3060

cccatcaaca gtattatttt ctcccatgaa gacggtacgc gactgggcgt ggagcatctg 3120

gtcgcattgg gtcaccagca aatcgcgctg ttagcgggcc cattaagttc tgtctcggcg 3180

cgtctgcgtc tggctggctg gcataaatat ctcactcgca atcaaattca gccgatagcg 3240

gaacgggaag gcgactggag tgccatgtcc ggttttcaac aaaccatgca aatgctgaat 3300

gagggcatcg ttcccactgc gatgctggtt gccaacgatc agatggcgct gggcgcaatg 3360

cgcgccatta ccgagtccgg gctgcgcgtt ggtgcggata tctcggtagt gggatacgac 3420

gataccgaag acagctcatg ttatatcccg ccgttaacca ccatcaaaca ggattttcgc 3480

ctgctggggc aaaccagcgt ggaccgcttg ctgcaactct ctcagggcca ggcggtgaag 3540

ggcaatcagc tgttgcccgt ctcactggtg aaaagaaaaa ccaccctggc gcccaatacg 3600

caaaccgcct ctccccgcgc gttggccgat tcattaatgc agctggcacg acaggtttcc 3660

cgactggaaa gcgggcagtg agcgcaacgc aattaatgta agttagctca ctcattaggc 3720

accgggatct cgaccgatgc ccttgagagc cttcaaccca gtcagctcct tccggtgggc 3780

gcggggcatg actatcgtcg ccgcacttat gactgtcttc tttatcatgc aactcgtagg 3840

acaggtgccg gcagcgctct gggtcatttt cggcgaggac cgctttcgct ggagcgcgac 3900

gatgatcggc ctgtcgcttg cggtattcgg aatcttgcac gccctcgctc aagccttcgt 3960

cactggtccc gccaccaaac gtttcggcga gaagcaggcc attatcgccg gcatggcggc 4020

cccacgggtg cgcatgatcg tgctcctgtc gttgaggacc cggctaggct ggcggggttg 4080

ccttactggt tagcagaatg aatcaccgat acgcgagcga acgtgaagcg actgctgctg 4140

caaaacgtct gcgacctgag caacaacatg aatggtcttc ggtttccgtg tttcgtaaag 4200

tctggaaacg cggaagtcag cgccctgcac cattatgttc cggatctgca tcgcaggatg 4260

ctgctggcta ccctgtggaa cacctacatc tgtattaacg aagcgctggc attgaccctg 4320

agtgattttt ctctggtccc gccgcatcca taccgccagt tgtttaccct cacaacgttc 4380

cagtaaccgg gcatgttcat catcagtaac ccgtatcgtg agcatcctct ctcgtttcat 4440

cggtatcatt acccccatga acagaaatcc cccttacacg gaggcatcag tgaccaaaca 4500

ggaaaaaacc gcccttaaca tggcccgctt tatcagaagc cagacattaa cgcttctgga 4560

gaaactcaac gagctggacg cggatgaaca ggcagacatc tgtgaatcgc ttcacgacca 4620

cgctgatgag ctttaccgca gctgcctcgc gcgtttcggt gatgacggtg aaaacctctg 4680

acacatgcag ctcccggaga cggtcacagc ttgtctgtaa gcggatgccg ggagcagaca 4740

agcccgtcag ggcgcgtcag cgggtgttgg cgggtgtcgg ggcgcagcca tgacccagtc 4800

acgtagcgat agcggagtgt atactggctt aactatgcgg catcagagca gattgtactg 4860
agagtgcacc atatatgcgg tgtgaaatac cgcacagatg cgtaaggaga aaataccgca 4920
tcaggcgctc ttccgcttcc tcgctcactg actcgctgcg ctcggtcgtt cggctgcggc 4980
gagcggtatc agctcactca aaggcggtaa tacggttatc cacagaatca ggggataacg 5040
caggaaagaa catgtgagca aaaggccagc aaaaggccag gaaccgtaaa aaggccgcgt 5100
tgctggcgtt tttccatagg ctccgccccc ctgacgagca tcacaaaaat cgacgctcaa 5160
gtcagaggtg gcgaaacccg acaggactat aaagatacca ggcgtttccc cctggaagct 5220

ccctcgtgcg ctctcctgtt ccgaccctgc cgcttaccgg atacctgtcc gcctttctcc 5280
cttcgggaag cgtggcgctt tctcatagct cacgctgtag gtatctcagt tcggtgtagg 5340
tcgttcgctc caagctgggc tgtgtgcacg aaccccccgt tcagcccgac cgctgcgcct 5400
tatccggtaa ctatcgtctt gagtccaacc cggtaagaca cgacttatcg ccactggcag 5460
cagccactgg taacaggatt agcagagcga ggtatgtagg cggtgctaca gagttcttga 5520
agtggtggcc taactacggc tacactagaa ggacagtatt tggtatctgc gctctgctga 5580
agccagttac cttcggaaaa agagttggta gctcttgatc cggcaaacaa accaccgctg 5640

gtagcggtgg ttttttttgtt tgcaagcagc agattacgcg cagaaaaaaa ggatctcaag 5700
aagatccttt gatcttttct acggggtctg acgctcagtg gaacgaaaac tcacgttaag 5760
ggattttggt catgaacaat aaaactgtct gcttacataa acagtaatac aaggggtgtt 5820
atgagccata ttcaacggga aacgtcttgc tctaggccgc gattaaattc caacatggat 5880
gctgatttat atgggtataa atgggctcgc gataatgtcg ggcaatcagg tgcgacaatc 5940
tatcgattgt atgggaagcc cgatgcgcca gagttgtttc tgaaacatgg caaaggtagc 6000
gttgccaatg atgttacaga tgagatggtc agactaaact ggctgacgga atttatgcct 6060

cttccgacca tcaagcattt tatccgtact cctgatgatg catggttact caccactgcg 6120
atccccggga aaacagcatt ccaggtatta gaagaatatc ctgattcagg tgaaaatatt 6180
gttgatgcgc tggcagtgtt cctgcgccgg ttgcattcga ttcctgtttg taattgtcct 6240
tttaacagcg atcgcgtatt tcgtctcgct caggcgcaat cacgaatgaa taacggtttg 6300
gttgatgcga gtgattttga tgacgagcgt aatggctggc ctgttgaaca agtctggaaa 6360
gaaatgcata aacttttgcc attctcaccg gattcagtcg tcactcatgg tgatttctca 6420
cttgataacc ttatttttga cgaggggaaa ttaataggtt gtattgatgt tggacgagtc 6480

ggaatcgcag accgatacca ggatcttgcc atcctatgga actgcctcgg tgagttttct 6540

ccttcattac agaaacggct ttttcaaaaa tatggtattg ataatcctga tatgaataaa 6600

ttgcagtttc atttgatgct cgatgagttt ttctaagaat taattcatga gcggatacat 6660

atttgaatgt atttagaaaa ataaacaaat aggggttccg cgcacatttc cccgaaaagt 6720

gccacctgaa attgtaaacg ttaatatttt gttaaaattc gcgttaaatt tttgttaaat 6780

cagctcattt tttaaccaat aggccgaaat cggcaaaatc ccttataaat caaaagaata 6840

gaccgagata gggttgagtg ttgttccagt ttggaacaag agtccactat taaagaacgt 6900

ggactccaac gtcaaagggc gaaaaaccgt ctatcagggc gatggcccac tacgtgaacc 6960

atcaccctaa tcaagttttt tggggtcgag gtgccgtaaa gcactaaatc ggaaccctaa 7020

agggagcccc cgatttagag cttgacgggg aaagccggcg aacgtggcga gaaaggaagg 7080

gaagaaagcg aaaggagcgg gcgctagggc gctggcaagt gtagcggtca cgctgcgcgt 7140

aaccaccaca cccgccgcgc ttaatgcgcc gctacagggc gcgtcccatt cgcca 7195

<210> 16

<211> 6749

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising ToCODH and His-tag

<400> 16

gtggcacttt tcggggaaat gtgcgcggaa cccctatttg tttatttttc taaatacatt 60

caaatatgta tccgctcatg aattaattct tagaaaaact catcgagcat caaatgaaac 120

tgcaatttat tcatatcagg attatcaata ccatattttt gaaaaagccg tttctgtaat 180

gaaggagaaa actcaccgag gcagttccat aggatggcaa gatcctggta tcggtctgcg 240

attccgactc gtccaacatc aatacaacct attaatttcc cctcgtcaaa aataaggtta 300

tcaagtgaga aatcaccatg agtgacgact gaatccggtg agaatggcaa aagtttatgc 360

atttctttcc agacttgttc aacaggccag ccattacgct cgtcatcaaa atcactcgca 420

tcaaccaaac cgttattcat tcgtgattgc gcctgagcga gacgaaatac gcgatcgctg 480

ttaaaaggac aattacaaac aggaatcgaa tgcaaccggc gcaggaacac tgccagcgca 540

tcaacaatat tttcacctga atcaggatat tcttctaata cctggaatgc tgttttcccg 600

gggatcgcag tggtgagtaa ccatgcatca tcaggagtac ggataaaatg cttgatggtc 660

ggaagaggca taaattccgt cagccagttt agtctgacca tctcatctgt aacatcattg 720

gcaacgctac ctttgccatg tttcagaaac aactctggcg catcgggctt cccatacaat 780

cgatagattg tcgcacctga ttgcccgaca ttatcgcgag cccatttata cccatataaa 840

tcagcatcca tgttggaatt taatcgcggc ctagagcaag acgtttcccg ttgaatatgg 900

ctcataacac cccttgtatt actgtttatg taagcagaca gttttattgt tcatgaccaa 960

aatcccttaa cgtgagtttt cgttccactg agcgtcagac cccgtagaaa agatcaaagg 1020

atcttcttga gatccttttt ttctgcgcgt aatctgctgc ttgcaaacaa aaaaaccacc 1080

gctaccagcg gtggtttgtt tgccggatca agagctacca actcttttc cgaaggtaac 1140

tggcttcagc agagcgcaga taccaaatac tgtccttcta gtgtagccgt agttaggcca 1200

ccacttcaag aactctgtag caccgcctac atacctcgct ctgctaatcc tgttaccagt 1260

ggctgctgcc agtggcgata agtcgtgtct taccgggttg gactcaagac gatagttacc 1320

ggataaggcg cagcggtcgg gctgaacggg gggttcgtgc acacagccca gcttggagcg 1380

aacgacctac accgaactga gatacctaca gcgtgagcta tgagaaagcg ccacgcttcc 1440

cgaagggaga aaggcggaca ggtatccggt aagcggcagg gtcggaacag gagagcgcac 1500

gagggagctt ccagggggaa acgcctggta tctttatagt cctgtcgggt ttcgccacct 1560

ctgacttgag cgtcgatttt tgtgatgctc gtcaggggggcggagcctat ggaaaaacgc 1620

cagcaacgcg gccttttac ggttcctggc cttttgctgg ccttttgctc acatgttctt 1680

tcctgcgtta tcccctgatt ctgtggataa ccgtattacc gcctttgagt gagctgatac 1740

cgctcgccgc agccgaacga ccgagcgcag cgagtcagtg agcgaggaag cggaagagcg 1800

cctgatgcgg tattttctcc ttacgcatct gtgcggtatt tcacaccgca tatatggtgc 1860

actctcagta caatctgctc tgatgccgca tagttaagcc agtatacact ccgctatcgc 1920

tacgtgactg ggtcatggct gcgccccgac acccgccaac acccgctgac gcgccctgac 1980

gggcttgtct gctcccggca tccgcttaca gacaagctgt gaccgtctcc gggagctgca 2040

tgtgtcagag gttttcaccg tcatcaccga aacgcgcgag gcagctgcgg taaagctcat 2100

cagcgtggtc gtgaagcgat tcacagatgt ctgcctgttc atccgcgtcc agctcgttga 2160

gtttctccag aagcgttaat gtctggcttc tgataaagcg ggccatgtta agggcggttt 2220

tttcctgttt ggtcactgat gcctccgtgt aagggggatt tctgttcatg ggggtaatga 2280

taccgatgaa acgagagagg atgctcacga tacgggttac tgatgatgaa catgcccggt 2340

tactggaacg ttgtgagggt aaacaactgg cggtatggat gcggcgggac cagagaaaaa 2400

tcactcaggg tcaatgccag cgcttcgtta atacagatgt aggtgttcca cagggtagcc 2460

agcagcatcc tgcgatgcag atccggaaca taatggtgca gggcgctgac ttccgcgttt 2520

ccagacttta cgaaacacgg aaaccgaaga ccattcatgt tgttgctcag gtcgcagacg 2580

ttttgcagca gcagtcgctt cacgttcgct cgcgtatcgg tgattcattc tgctaaccag 2640

taaggcaacc ccgccagcct agccgggtcc tcaacgacag gagcacgatc atgcgcaccc 2700

gtggggccgc catgccggcg ataatggcct gcttctcgcc gaaacgtttg gtggcgggac 2760

cagtgacgaa ggcttgagcg agggcgtgca agattccgaa taccgcaagc gacaggccga 2820

tcatcgtcgc gctccagcga aagcggtcct cgccgaaaat gacccagagc gctgccggca 2880

cctgtcctac gagttgcatg ataaagaaga cagtcataag tgcggcgacg atagtcatgc 2940

cccgcgccca ccggaaggag ctgactgggt tgaaggctct caagggcatc ggtcgagatc 3000

ccggtgccta atgagtgagc taacttacat taattgcgtt gcgctcactg cccgctttcc 3060

agtcgggaaa cctgtcgtgc cagctgcatt aatgaatcgg ccaacgcgcg gggagaggcg 3120

gtttgcgtat tgggcgccag ggtggttttt cttttcacca gtgagacggg caacagctga 3180

ttgcccttca ccgcctggcc ctgagagagt tgcagcaagc ggtccacgct ggtttgcccc 3240

agcaggcgaa aatcctgttt gatggtggtt aacggcggga tataacatga gctgtcttcg 3300

gtatcgtcgt atcccactac cgagatatcc gcaccaacgc gcagcccgga ctcggtaatg 3360

gcgcgcattg cgcccagcgc catctgatcg ttggcaacca gcatcgcagt gggaacgatg 3420

ccctcattca gcatttgcat ggtttgttga aaaccggaca tggcactcca gtcgccttcc 3480

cgttccgcta tcggctgaat ttgattgcga gtgagatatt tatgccagcc agccagacgc 3540

agacgcgccg agacagaact taatgggccc gctaacagcg cgatttgctg gtgacccaat 3600

gcgaccagat gctccacgcc cagtcgcgta ccgtcttcat gggagaaaat aatactgttg 3660

atgggtgtct ggtcagagac atcaagaaat aacgccggaa cattagtgca ggcagcttcc 3720

acagcaatgg catcctggtc atccagcgga tagttaatga tcagcccact gacgcgttgc 3780

gcgagaagat tgtgcaccgc cgctttacag gcttcgacgc cgcttcgttc taccatcgac 3840

accaccacgc tggcacccag ttgatcggcg cgagatttaa tcgccgcgac aatttgcgac 3900

ggcgcgtgca gggccagact ggaggtggca acgccaatca gcaacgactg tttgcccgcc 3960

agttgttgtg ccacgcggtt gggaatgtaa ttcagctccg ccatcgccgc ttccactttt 4020

tcccgcgttt tcgcagaaac gtggctggcc tggttcacca cgcgggaaac ggtctgataa 4080

gagacaccgg catactctgc gacatcgtat aacgttactg gtttcacatt caccaccctg 4140

aattgactct cttccgggcg ctatcatgcc ataccgcgaa aggttttgcg ccattcgatg 4200

gtgtccggga tctcgacgct ctcccttatg cgactcctgc attaggaaat taatacgact 4260

cactataggg gaattgtgag cggataacaa ttcccctgta gaaataattt tgtttaactt 4320

taataaggag atataccatg gccggaaaga aggttccctc aaagcaagtc tccataactc 4380

caggtgttgg aaagcttatt gagaaagccg aggaggatgg ggtcaagact gcctggcaca 4440

gatttttgga gcagcagcct cagtgtggat tcggtctctt aggtgtctgc tgtaagaact 4500

gtacaatggg accatgtaga atcgatccgt ttggggttgg cccaactaag ggagtttgtg 4560

gtgcggatgc agatacaata gtagcaagga acattgtaag aatgatagcg gctggtactg 4620

ccggtcacag cgatcactca agagatgtag tccatgtatt caagggcatt gctgaaggaa 4680

agttcaagga ctataaacta acagatgttg aaaagctcaa agagctggct aagattctgg 4740

gtgtcgaaac agagggcaag agcgaaaatg aaattgcatt ggaagtcgcc cacattcttg 4800

agatggagtt cggaaaacag gatgaggagc cagtaagatt acttgcagca acagcaccaa 4860

agaagaggat taaggtctgg gagaagctag gagtcttacc aagagccatc gacagggaga 4920

tatgtctcag tatgcacaga acccacatag gctgtgatgc agaccctgca agccttctac 4980

tgcatggtgt gaggactgcc ctggccgacg gctggtgcgg ctcaatgatg gccacttatc 5040

tgagcgacat tctctttgga acaccaaagc cgataaagtc gctggcgaac ctgggagtct 5100

tgaaggaaga catggtcaac ataatcgttc acggccacaa cccgattctc tccatgaaaa 5160

tagcagagat tgcccagagt gaagagatgc agaagcttgc agagcagtac ggagcaaagg 5220

gaattaacgt tgctggaatg tgctgtaccg gaaacgaagt tctctcaaga atgggagttc 5280

aggtcgctgg aaacttccta atgcaagagc tggcgattat aactggtgca gttgaggccg 5340

tgatagttga ctaccagtgc ctaatgccct cattagttga tgtcgcttca tgttaccaca 5400

ctaagataat aactactgag ccaaaggctc gcattccggg agcaatacac gtcgaatttg 5460

aacctgagaa agcggacgag atcgccaaag agatcatcaa gattgcaatt gagaactata 5520

agaacagagt tccggcaaaa gtctacattc cagagcacaa gatggaattg gttgctggat 5580

ttagtgtcga ggcaatactt gaagcccttg gtggaacact ggagcccctc ataaaagccc 5640

tccaggacgg aacaataaag ggaatcgtcg gaatcgttgg atgtaacaat ccaagggtca 5700

agcagaacta cggtcacgtc accttggcca aggagctcat caagagggac atcctggttg 5760

ttggaactgg ttgctgggga attgctgcag caatgcatgg attactaacc cccgaagcag 5820

ctgaaatggc cggtccaggg ctgaaggcag tatgcgaagc gctcggaatt ccaccatgcc 5880

tgcacatggg aagctgtgtt gactgttcga gaatcctgct ggtcttgagt gcccttgcca 5940

atgctctgaa tgttgacatt tcagacttgc cagttgctgg ctctgctcca gaatggatga 6000

gcgagaaggc agtggcaata ggaacctact tcgttgcaag cggcgtcttc acgcacttgg 6060

gagttatccc accagtcctt ggaagccaga aggttaccaa actccttacg gatgacatcg 6120

aggatctcct tggagggaag ttctacgttg agacagatcc agtgaaagcg gcagaaacaa 6180

tatacaacgt gataattgag aagaggaaaa aacttggatt gcccatccat caccatcatc 6240

cccactaagc ggccgcataa tgcttaagtc gaacagaaag taatcgtatt gtacacggcc 6300

gcataatcga aattaatacg actcactata ggggaattgt gagcggataa caattcccca 6360

tcttagtata ttagttaagt ataagaagga gatatacata tggcagatct caattggata 6420

tcggccggcc acgcgatcgc tgacgtcggt accctcgagt ctggtaaaga aaccgctgct 6480

gcgaaatttg aacgccagca catggactcg tctactagcg cagcttaatt aacctaggct 6540

gctgccaccg ctgagcaata actagcataa ccccttgggg cctctaaacg ggtcttgagg 6600

ggtttttgc tgaaacctca ggcatttgag aagcacacgg tcacactgct tccggtagtc 6660

aataaaccgg taaaccagca atagacataa gcggctattt aacgaccctg ccctgaaccg 6720

acgacaagct gacgaccggg tctccgcaa 6749

<210> 17

<211> 2967

<212> DNA

<213> Methylobacterium extorquens

<400> 17

atgagcaacg gccccgaacc gcacggcaac aagatcgaac agcccgagat ccgcgccgac 60

gaacgtcagg atgccggcgg gccggcaaat ggcgcaccat cgacctccgg cggcgcctac 120

tcgcagggcg ccaagtcggg tggccaggcc gcgccggatc cgtccggctc ctacggcatc 180

aaggacgccc cggtcgcgcc cgcgaccatc gccttcgagt tcgacggcca acaggtcgag 240

gcccagcccg gcgagacgat ctgggcggtc gccaagcgcc ttggcacgca tatcccgcat 300

ctctgccaca agcccgatcc cggctaccgc ccggacggca attgccgcgc ctgcatggtc 360

gagatcgagg gcgagcgcgt gctcgccgcc tcgtgcaagc gcacgcccgc catcggcatg 420

aaggtgaagt cggccaccga gcgcgccacc aaggcccgcg ccatggtgct cgaactgctc 480

gtggccgatc agcccgagcg cgcgacctcg catgacccgt cgtcgcattt ctgggtgcag 540

gccgacgtcc tcgatgtgac cgagagccgc ttcccggcgg ccgagcgctg gaccagcgac 600

gtcagccacc cggcgatgag cgtcaatctc gacgcctgca tccagtgcaa tctctgtgtc 660

cgcgcctgcc gcgaggttca ggtcaacgac gtgatcggca tggcctaccg cgccgcgggc 720

tccaaggtcg tgtttgactt cgacgatccg atgggtggct ccacctgcgt ggcctgcggc 780

gagtgcgtcc aagcctgccc gaccggggcg ctgatgccgg ccgcctatct cgacgcaaac 840

cagacccgga cggtctatcc cgaccgcgag gtgaagtcgc tctgccccta ttgcggcgtc 900

ggctgccaag tctcctacaa ggtcaaggac gagcgcatcg tctacgccga gggcgtgaac 960

ggaccggcca accagaaccg gctctgcgtg aagggccgct tcggcttcga ctacgtccac 1020

cacccccacc gcctgacggt gccgctgatc cgcttggaga acgtgcccaa ggacgccaac 1080

gatcaggtcg atccggcgaa cccctggacg catttccgcg aggcgacctg ggaagaggcg 1140

ctcgaccgcg cggcgggcgg cctgaaggcg atccgtgaca ccaacgggcg caaggcgctg 1200

gcgggcttcg gctcggccaa gggttcgaac gaggaggcct acctcttcca gaagctcgtc 1260

cgcctcggct tcggcaccaa caacgtcgat cactgcacgc gcctgtgcca cgcctcgtcg 1320

gtggcggcgc tgatggaggg cctgaattcc ggcgccgtca ccgctccctt ctcggcagcg 1380

ctcgacgccg aggtcatcgt cgtcatcggc gccaacccga ccgtgaacca tccggtcgcg 1440

gcgaccttcc tcaagaacgc ggtgaagcag cgcggcgcca agctgatcat catggacccg 1500

cggcgccaga cgctctcgcg ccacgcctat cggcacctcg ccttccgccc cggctcggac 1560

gtggcgatgc tcaacgcgat gctcaacgtg atcgtcacgg agggcctcta cgacgagcag 1620

tacatcgccg gctacaccga gaacttcgag gctctgcgcg agaagatcgt cgacttcacg 1680

ccggagaaga tggcctcggt ctgcggcatc gacgccgaga ccctgcgcga ggtcgcccgg 1740

ctctacgccc gggccaagtc gtcgctcatc ttctggggca tgggcgtcag ccagcacgtg 1800

cacggcaccg acaactcgcg ctgcctgatc gcgctcgccc tcatcaccgg ccagatcggc 1860

cggcccggca ccggcctgca cccgttgcgc ggccagaaca acgtccaggg cgcgtccgat 1920

gccggcctga tcccgatggt ctacccggac tatcagtcgg tcgagaagga cgcggtgcgt 1980

gagctgttcg aggagttctg ggggcagtcc ctcgatcctc agaagggcct caccgtggtc 2040

gagatcatgc gcgcgatcca cgcgggcgag atccggggca tgttcgtcga gggcgagaac 2100

ccggcgatgt ccgaccccga cctcaaccat gcccgccacg cgctggcgat gctcgaccat 2160

ctcgtggtgc aggacctgtt cctgacggag acggccttcc acgccgacgt ggtgctgccg 2220

gcctcggcct ttgccgagaa agccgggacc ttcaccaaca ccgaccggcg cgtgcagatc 2280

gcccagcccg tcgtcgcccc tccgggcgat gcgcgccagg attggtggat catccaggaa 2340

ctggcccgac gcctcgacct cgactggaac tacggcggcc cggccgacat cttcgccgag 2400

atggcgcagg tgatgccgtc cttgaacaac atcacctggg agcggctgga gcgcgagggg 2460

gcggtgacct atccggtcga tgccccggac cagcccggca acgagatcat cttctatgcc 2520

ggcttcccga ccgagagcgg tcgcgccaag atcgtgcccg cggcgatcgt gccgccggac 2580

gaggtgccgg acgacgagtt cccgatggtg ctctcgaccg gccgcgtgct cgaacactgg 2640

cacacgggct cgatgacccg gcgcgcgggc gtgctcgacg cgctggagcc ggaggcggtg 2700

gccttcatgg cacccaagga gctctaccgg ctcggtctcc ggcccggcgg gtcgatgcgg 2760

ttggaaacac ggcgcggcgc cgtcgtgttg aaggtgcgct ccgaccggga cgtgccgatc 2820

ggcatgatct tcatgccctt ctgctacgcg gaagccgccg ccaaccttct gaccaacccc 2880

gccctcgacc ccctcggaaa gattcccgag ttcaaattct gcgcagcccg cgtcgtcccc 2940

gcggaggctg cgccgatggc cgccgag 2967

<210> 18

<211> 1719

<212> DNA

<213> Methylobacterium extorquens

<400> 18

atgagtgagg caagtgggac tgtccggagc ttcgcgcatc cgggccgtgg ccgtaacgtc 60

gcccgcgccg tgccgaaggg gcgtcaggtc gatccccacg ccaaggtcga gatcgaggag 120

ctgctcggca cccgcccgcg ccagcgcgac ctgctgatcg agcacctgca cctgatccaa 180

gacacctacg gccagatcag cgccgatcat ctcgcggcgc tggccgacga gatgagcctc 240

gccttcgccg aggtgttcga gaccgcgacc ttctacgcgc atttcgatgt ggtgaaggag 300

ggcgaggccg acatcccgcg cctgacgatc cgggtttgcg acagcatcac ctgcgccatg 360

ttcggcgccg acgagctgct ggagacgctg cagcgcgagc tggcctcgga tgcggtccgc 420

gtcgtgcgcg cgccctgtgt cggcctgtgc gaccacgccc cggcggtcga ggtcgggcac 480

aacttcctgc accgggccga cctcgcctcc gtgcgcgccg cggtcgaggc cgaggacacc 540

cacgcccaca tccccactta cgtcgattac gacgcctacc gggccggcgg cggctacgcg 600

accctggagc ggctgcgcag cggcgaactg ccggtcgatg acgtgctgaa ggtgctcgac 660

gacggcggcc tgcgcggcct cggcggcgcc ggctttccca ccggccgcaa gtggcgctcc 720

gtgcgcggcg agcccggacc ccggctgatg gcggtcaacg gcgacgaggg cgagcccggc 780

accttcaagg atcagctcta cctcaacacc gatccgcacc gctttctgga aggcatgctg 840

atcggcgccc acgtcgtcga ggccgccgac gtctacatct acctgcgcga cgagtacccg 900

atctcccgcg agatcctggc ccgcgagatc gcgaagctcc ccgagggcgg cacccgcatc 960

cacctgcgcc gtggggccgg cgcctatatc tgcggcgagg aatcctcgct gatcgagtcg 1020

ctggagggca agcgcggcct gccgcggcac aagccgccct tccccttcca ggtcggcctg 1080

ttcaaccggc cgacgctgat caacaacatc gagacgctgt tctgggtgcg cgacctgatc 1140

gagcgcggcg ccgaatggtg gaagagccac gggcgcaacg gccgcgtcgg cctgcgctcg 1200

tactcggttt cgggccgggt caaggagccg ggcgtcaagc tcgcgcccgc cggcctgacc 1260

atccaggaac tcatcgacga gtattgcggc ggcatctctg acggccacag cttcgcggcc 1320

tacctgccgg gcggagcctc gggcggcatc ctgccggcct cgatgaacga catcccgctc 1380

gatttcggca cgctggaaaa atacggctgc ttcatcggct cggccgcggt cgtgatcctg 1440

tccgatcagg acgatgtgcg cggtgccgcg ttgaacctga tgaagttctt cgaggacgag 1500

tcctgcgggc agtgcacgcc ctgccgctcg ggcacgcaga aggcccgcat gctgatggag 1560

aacggcgtgt gggacaccga tctcctcggc gagctggcgc aatgcatgcg cgacgcctcg 1620

atctgcggtc tcggtcaggc ggcctcgaac cccgtcagca ccgtgatcaa gtacttccct 1680

gatctcttcc cggagccgcg ggccgtggcg gccgagtga 1719

<210> 19

<211> 5834

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> pCM110 vector

<400> 19

gacccttcc gacgctcacc gggctggttg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg 60

gccctgcaaa cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgccggc 120

gttgtggata cctcgcggaa aacttggccc tcactgacag atgaggggcg gacgttgaca 180

cttgaggggc cgactcaccc ggcgcggcgt tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc 240

cggcgacgtg gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgcctgattt tacgcgagtt 300

tcccacagat gatgtggaca agcctgggga taagtgccct gcggtattga cacttgaggg 360

gcgcgactac tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggcag agtgctgaca 420

gatgaggggc gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt 480

gcaagggttt ccgcccgttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac 540

caatatttat aaaccttgtt tttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc 600

cgaaggggggg tgccccccct tctcgaaccc tcccggcccg ctaacgcggg cctcccatcc 660

ccccaggggc tgcgcccctc ggccgcgaac ggcctcaccc caaaaatggc agccaagctg 720

atccatatgt aagatttaaa tgcaaccgtt ttttcggaag gaaatgatga cctcgtttcc 780

accgaattag cttgcatgcc tgcaggtcga ctctagatca cctccttaag cttcccgctt 840

ggtcgggccg cttcgcgagg gcccgttgac gacaacggtg cgatgggtcc cggccccggt 900

caagacgatg ccaatacgtt gcgacactac gccttggcac ttttagaatt gccttatcgt 960

cctgataaga aatgtccgac cagctaaaga catcgcgtcc aatcaaagcc tagaaaatat 1020

aggcgaaggg acgctaataa gtctttcata agaccgcgca aatctaaaaa tatccttaga 1080

ttcacgatgc ggcacttcgg atgacttccg agcgagcctg gaacctcaga aaaacgtctg 1140

agagataccg cggatcctaa gggcgaattc cagcacactg gcggccgtta ctagtggatc 1200

cgagctcggt accatcgata gatccgttca gggcatcaaa tgcagactcg tttctgacac 1260

ttgcagactg gatctatctc atctgcgcaa ggcagaacgt gaagacggcc gccctggacc 1320

tcgcccgcga gcgccaggcg cacgaggccg gcgcgcggac ccgcgccacg gcccacgagc 1380

ggacgccgca gcaggagcgc cagaaggccg ccagagaggc cgagcgcggc cgtgaggctt 1440

ggacgctagg gcagggcatg aaaaagcccg tagcgggctg ctacgggcgt ctgacgcggt 1500

ggaaaggggg aggggatgtt gtctacatgg ctctgctgta gtgagtgggt tgcgctccgg 1560

cagcggtcct gatcaatcgt cacccтttct cggtccttca acgttcctga caacgagcct 1620

ccttttcgcc aatccatcga caatcaccgc gagtccctgc tcgaacgctg cgtccggacc 1680

ggcttcgtcg aaggcgtcta tcgcggcccg caacagcggc gagagcggag cctgttcaac 1740

ggtgccgccg cgctcgccgg catcgctgtc gccggcctgc tcctcaagca cggccccaac 1800

agtgaagtag ctgattgtca tcagcgcatt gacggcgtcc ccggccgaaa aacccgcctc 1860

gcagaggaag cgaagctgcg cgtcggccgt ttccatctgc ggtgcgcccg gtcgcgtgcc 1920

ggcatggatg cgcgcgccat cgcggtaggc gagcagcgcc tgcctgaagc tgcgggcatt 1980

cccgatcaga aatgagcgcc agtcgtcgtc ggctctcggc accgaatgcg tatgattctc 2040

cgccagcatg gcttcggcca gtgcgtcgag cagcgcccgc ttgttcctga agtgccagta 2100

aagcgccggc tgctgaaccc ccaaccgttc cgccagtttg cgtgtcgtca gaccgtctac 2160

gccgacctcg ttcaacaggt ccagggcggc acggatcact gtattcggct gcaactttgt 2220

catgattgac actttatcac tgataaacat aatatgtcca ccaacttatc agtgataaag 2280

aatccgcgcg ttcaatcgga ccagcggagg ctggtccgga ggccagacgt gaaacccaac 2340

ataccctga tcgtaattct gagcactgtc gcgctcgacg ctgtcggcat cggcctgatt 2400

atgccggtgc tgccgggcct cctgcgcgat ctggttcact cgaacgacgt caccgcccac 2460

tatggcattc tgctggcgct gtatgcgttg gtgcaatttg cctgcgcacc tgtgctgggc 2520

gcgctgtcgg atcgtttcgg gcggcggcca atcttgctcg tctcgctggc cggcgccact 2580

gtcgactacg ccatcatggc gacagcgcct ttcctttggg ttctctatat cgggcggatc 2640

gtggccggca tcaccggggc gactggggcg gtagccggcg cttatattgc cgatatcact 2700

gatggcgatg agcgcgcgcg gcacttcggc ttcatgagcg cctgtttcgg gttcgggatg 2760

gtcgcgggac ctgtgctcgg tgggctgatg ggcggtttct ccccccacgc tccgttcttc 2820

gccgcggcag ccttgaacgg cctcaatttc ctgacgggct gtttcctttt gccggagtcg 2880

cacaaaggcg aacgccggcc gttacgccgg gaggctctca acccgctcgc ttcgttccgg 2940

tgggcccggg gcatgaccgt cgtcgccgcc ctgatggcgg tcttcttcat catgcaactt 3000

gtcggacagg tgccggccgc gctttgggtc attttcggcg aggatcgctt tcactgggac 3060

gcgaccacga tcggcatttc gcttgccgca tttggcattc tgcattcact cgcccaggca 3120

atgatcaccg gccctgtagc cgcccggctc ggcgaaaggc gggcactcat gctcggaatg 3180

attgccgacg gcacaggcta catcctgctt gccttcgcga cacggggatg gatggcgttc 3240

ccgatcatgg tcctgcttgc ttcgggtggc atcggaatgc cggcgctgca agcaatgttg 3300

tccaggcagg tggatgagga acgtcagggg cagctgcaag gctcactggc ggcgctcacc 3360

agcctgacct cgatcgtcgg acccctcctc ttcacggcga tctatgcggc ttctataaca 3420

acgtggaacg ggtgggcatg gattgcaggc gctgccctct acttgctctg cctgccggcg 3480

ctgcgtcgcg ggctttggag cggcgcaggg caacgagccg atcgctgatc gtggaaacga 3540

taggcctatg ccatgcgggt caaggcgact tccggcaagc tatacgcgcc ctagaattgt 3600

caattttaat cctctgttta tcggcagttc gtagagcgcg ccgtgcgtcc cgagcgatac 3660

tgagcgaagc aagtgcgtcg agcagtgccc gcttgttcct gaaatgccag taaagcgctg 3720

gctgctgaac ccccagccgg aactgacccc acaaggccct agcgtttgca atgcaccagg 3780

tcatcattga cccaggcgtg ttccaccagg ccgctgcctc gcaactcttc gcaggcttcg 3840

ccgacctgct cgcgccactt cttcacgcgg gtggaatccg atccgcacat gaggcggaag 3900

gtttccagct tgagcgggta cggctcccgg tgcgagctga aatagtcgaa catccgtcgg 3960

gccgtcggcg acagcttgcg gtacttctcc catatgaatt tcgtgtagtg gtcgccagca 4020

aacagcacga cgatttcctc gtcgatcagg acctggcaac gggacgtttt cttgccacgg 4080

tccaggacgc ggaagcggtg cagcagcgac accgattcca ggtgcccaac gcggtcggac 4140

gtgaagccca tcgccgtcgc ctgtaggcgc gacaggcatt cctcggcctt cgtgtaatac 4200

cggccattga tcgaccagcc caggtcctgg caaagctcgt agaacgtgaa ggtgatcggc 4260

tcgccgatag gggtgcgctt cgcgtactcc aacacctgct gccacaccag ttcgtcatcg 4320

tcggcccgca gctcgacgcc ggtgtaggtg atcttcacgt ccttgttgac gtggaaaatg 4380

accttgtttt gcagcgcctc gcgcgggatt ttcttgttgc gcgtggtgaa cagggcagag 4440

cgggccgtgt cgtttggcat cgctcgcatc gtgtccggcc acggcgcaat atcgaacaag 4500

gaaagctgca tttccttgat ctgctgcttc gtgtgtttca gcaacgcggc ctgcttggcc 4560

tcgctgacct gttttgccag gtcctcgccg gcggtttttc gcttcttggt cgtcatagtt 4620

cctcgcgtgt cgatggtcat cgacttcgcc aaacctgccg cctcctgttc gagacgacgc 4680

gaacgctcca cggcggccga tggcgcgggc agggcagggg gagccagttg cacgctgtcg 4740

cgctcgatct tggccgtagc ttgctggacc atcgagccga cggactggaa ggtttcgcgg 4800

ggcgcacgca tgacggtgcg gcttgcgatg gtttcggcat cctcggcgga aaaccccgcg 4860

tcgatcagtt cttgcctgta tgccttccgg tcaaacgtcc gattcattca ccctccttgc 4920

gggattgccc cgactcacgc cggggcaatg tgcccttatt cctgatttga cccgcctggt 4980

gccttggtgt ccagataatc caccttatcg gcaatgaagt cggtcccgta gaccgtctgg 5040

ccgtccttct cgtacttggt attccgaatc ttgccctgca cgaataccag ctccgcgaag 5100

tcgctcttct tgatggagcg catggggacg tgcttggcaa tcacgcgcac cccccggccg 5160

ttttagcggc taaaaaagtc atggctctgc cctcgggcgg accacgccca tcatgacctt 5220

gccaagctcg tcctgcttct cttcgatctt cgccagcagg gcgaggatcg tggcatcacc 5280

gaaccgcgcc gtgcgcgggt cgtcggtgag ccagagtttc agcaggccgc ccaggcggcc 5340

caggtcgcca ttgatgcggg ccagctcgcg gacgtgctca tagtccacga cgcccgtgat 5400

tttgtagccc tggccgacgg ccagcaggta ggcctacagg ctcatgccgg ccgccgccgc 5460

cttttcctca atcgctcttc gttcgtctgg aaggcagtac accttgatag gtgggctgcc 5520

cttcctggtt ggcttggttt catcagccat ccgcttgccc tcatctgtta cgccggcggt 5580

agccggccag cctcgcagag caggattccc gttgagcacc gccaggtgcg aataagggac 5640

agtgaagaag gaacacccgc tcgcgggtgg gcctacttca cctatcctgc ccggctgacg 5700

ccgttggata caccaaggaa agtctacacg aacccttttgg caaaatcctg tatatcgtgc 5760

gaaaaaggat ggatataccg aaaaaatcgc tataatgacc ccgaagcagg gttatgcagc 5820

ggaaaagatc cgtc 5834

<210> 20

<211> 10907

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising MeFDH I and His-tag

<400> 20

gacccttttcc gacgctcacc gggctggttg ccctcgccgc tgggctggcg gccgtctatg 60

gccctgcaaa cgcgccagaa acgccgtcga agccgtgtgc gagacaccgc ggccgccggc 120

gttgtggata cctcgcggaa aacttggccc tcactgacag atgaggggcg gacgttgaca 180

cttgaggggc cgactcaccc ggcgcggcgt tgacagatga ggggcaggct cgatttcggc 240

cggcgacgtg gagctggcca gcctcgcaaa tcggcgaaaa cgcctgattt tacgcgagtt 300

tcccacagat gatgtggaca agcctgggga taagtgccct gcggtattga cacttgaggg 360
gcgcgactac tgacagatga ggggcgcgat ccttgacact tgaggggcag agtgctgaca 420
gatgaggggc gcacctattg acatttgagg ggctgtccac aggcagaaaa tccagcattt 480
gcaagggttt ccgcccgttt ttcggccacc gctaacctgt cttttaacct gcttttaaac 540
caatatttat aaaccttgtt tttaaccagg gctgcgccct gtgcgcgtga ccgcgcacgc 600
cgaaggggggg tgccccccct tctcgaaccc tcccggcccg ctaacgcggg cctcccatcc 660
ccccaggggc tgcgcccctc ggccgcgaac ggcctcaccc caaaaatggc agccaagctg 720

atccatatgt aagatttaaa tgcaaccgtt ttttcggaag gaaatgatga cctcgtttcc 780
accgaattag cttgcatgcc tgcaggtcga ctctagatca cctccttaag cttcccgctt 840
ggtcgggccg cttcgcgagg gcccgttgac gacaacggtg cgatgggtcc cggccccggt 900
caagacgatg ccaatacgtt gcgacactac gccttggcac ttttagaatt gccttatcgt 960
cctgataaga aatgtccgac cagctaaaga catcgcgtcc aatcaaagcc tagaaaatat 1020
aggcgaaggg acgctaataa gtctttcata agaccgcgca aatctaaaaa tatccttaga 1080
ttcacgatgc ggcacttcgg atgacttccg agcgagcctg gaacctcaga aaaacgtctg 1140

agagataccg cggatcctaa gggcgaattc cagcacactg gcggccgtta ctagaaataa 1200
ttttgtttaa ctttaagaag gagatataca tatgagtgag gcaagtggga ctgtccggag 1260
cttcgcgcat ccgggccgtg gccgtaacgt cgcccgcgcc gtgccgaagg ggcgtcaggt 1320
cgatccccac gccaaggtcg agatcgagga gctgctcggc acccgcccgc gccagcgcga 1380
cctgctgatc gagcacctgc acctgatcca agacacctac ggccagatca gcgccgatca 1440
tctcgcggcg ctggccgacg agatgagcct cgccttcgcc gaggtgttcg agaccgcgac 1500
cttctacgcg catttcgatg tggtgaagga gggcgaggcc gacatcccgc gcctgacgat 1560

ccgggtttgc gacagcatca cctgcgccat gttcggcgcc gacgagctgc tggagacgct 1620
gcagcgcgag ctggcctcgg atgcggtccg cgtcgtgcgc gcgccctgtg tcggcctgtg 1680
cgaccacgcc ccggcggtcg aggtcgggca caacttcctg caccgggccg acctcgcctc 1740
cgtgcgcgcc gcggtcgagg ccgaggacac ccacgcccac atccccactt acgtcgatta 1800
cgacgcctac cgggccggcg gcggctacgc gaccctggag cggctgcgca gcggcgaact 1860
gccggtcgat gacgtgctga aggtgctcga cgacggcggc ctgcgcggcc tcggcggcgc 1920
cggctttccc accggccgca agtggcgctc cgtgcgcggc gagcccggac cccggctgat 1980

ggcggtcaac ggcgacgagg gcgagcccgg caccttcaag gatcagctct acctcaacac 2040

cgatccgcac cgctttctgg aaggcatgct gatcggcgcc cacgtcgtcg aggccgccga 2100

cgtctacatc tacctgcgcg acgagtaccc gatctcccgc gagatcctgg cccgcgagat 2160

cgcgaagctc cccgagggcg gcacccgcat ccacctgcgc cgtggggccg gcgcctatat 2220

ctgcggcgag gaatcctcgc tgatcgagtc gctggagggc aagcgcggcc tgccgcggca 2280

caagccgccc ttccccttcc aggtcggcct gttcaaccgg ccgacgctga tcaacaacat 2340

cgagacgctg ttctgggtgc gcgacctgat cgagcgcggc gccgaatggt ggaagagcca 2400

cgggcgcaac ggccgcgtcg gcctgcgctc gtactcggtt tcgggccggg tcaaggagcc 2460

gggcgtcaag ctcgcgcccg ccggcctgac catccaggaa ctcatcgacg agtattgcgg 2520

cggcatctct gacggccaca gcttcgcggc ctacctgccg ggcggagcct cgggcggcat 2580

cctgccggcc tcgatgaacg acatcccgct cgatttcggc acgctggaaa aatacggctg 2640

cttcatcggc tcggccgcgg tcgtgatcct gtccgatcag gacgatgtgc gcggtgccgc 2700

gttgaacctg atgaagttct tcgaggacga gtcctgcggg cagtgcacgc cctgccgctc 2760

gggcacgcag aaggcccgca tgctgatgga gaacggcgtg tgggacaccg atctcctcgg 2820

cgagctggcg caatgcatgc gcgacgcctc gatctgcggt ctcggtcagg cggcctcgaa 2880

ccccgtcagc accgtgatca agtacttccc tgatctcttc ccggagccgc gggccgtggc 2940

ggccgagtga cgcccagccc gacgatgtct cctcacccga tgccagagcc tggagcggac 3000

gcatgagcaa cggccccgaa ccgcacggca acaagatcga acagcccgag atccgcgccg 3060

acgaacgtca ggatgccggc gggccggcaa atggcgcacc atcgacctcc ggcggcgcct 3120

actcgcaggg cgccaagtcg ggtggccagg ccgcgccgga tccgtccggc tcctacggca 3180

tcaaggacgc cccggtcgcg cccgcgacca tcgccttcga gttcgacggc caacaggtcg 3240

aggcccagcc cggcgagacg atctgggcgg tcgccaagcg ccttggcacg catatcccgc 3300

atctctgcca caagcccgat cccggctacc gcccggacgg caattgccgc gcctgcatgg 3360

tcgagatcga gggcgagcgc gtgctcgccg cctcgtgcaa gcgcacgccc gccatcggca 3420

tgaaggtgaa gtcggccacc gagcgcgcca ccaaggcccg cgccatggtg ctcgaactgc 3480

tcgtggccga tcagcccgag cgcgcgacct cgcatgaccc gtcgtcgcat ttctgggtgc 3540

aggccgacgt cctcgatgtg accgagagcc gcttcccggc ggccgagcgc tggaccagcg 3600

acgtcagcca cccggcgatg agcgtcaatc tcgacgcctg catccagtgc aatctctgtg 3660

tccgcgcctg ccgcgaggtt caggtcaacg acgtgatcgg catggcctac cgcgccgcgg 3720

gctccaaggt cgtgtttgac ttcgacgatc cgatgggtgg ctccacctgc gtggcctgcg 3780

gcgagtgcgt ccaagcctgc ccgaccgggg cgctgatgcc ggccgcctat ctcgacgcaa 3840

accagacccg gacggtctat cccgaccgcg aggtgaagtc gctctgcccc tattgcggcg 3900

tcggctgcca agtctcctac aaggtcaagg acgagcgcat cgtctacgcc gagggcgtga 3960

acggaccggc caaccagaac cggctctgcg tgaagggccg cttcggcttc gactacgtcc 4020

accaccccca ccgcctgacg gtgccgctga tccgcttgga gaacgtgccc aaggacgcca 4080

acgatcaggt cgatccggcg aacccctgga cgcatttccg cgaggcgacc tgggaagagg 4140

cgctcgaccg cgcggcgggc ggcctgaagg cgatccgtga caccaacggg cgcaaggcgc 4200

tggcgggctt cggctcggcc aagggttcga acgaggaggc ctacctcttc cagaagctcg 4260

tccgcctcgg cttcggcacc aacaacgtcg atcactgcac gcgcctgtgc cacgcctcgt 4320

cggtggcggc gctgatggag ggcctgaatt ccggcgccgt caccgctccc ttctcggcag 4380

cgctcgacgc cgaggtcatc gtcgtcatcg gcgccaaccc gaccgtgaac catccggtcg 4440

cggcgacctt cctcaagaac gcggtgaagc agcgcggcgc caagctgatc atcatggacc 4500

cgcggcgcca gacgctctcg cgccacgcct atcggcacct cgccttccgc cccggctcgg 4560

acgtggcgat gctcaacgcg atgctcaacg tgatcgtcac ggagggcctc tacgacgagc 4620

agtacatcgc cggctacacc gagaacttcg aggctctgcg cgagaagatc gtcgacttca 4680

cgccggagaa gatggcctcg gtctgcggca tcgacgccga gaccctgcgc gaggtcgccc 4740

ggctctacgc ccgggccaag tcgtcgctca tcttctgggg catgggcgtc agccagcacg 4800

tgcacggcac cgacaactcg cgctgcctga tcgcgctcgc cctcatcacc ggccagatcg 4860

gccggcccgg caccggcctg cacccgttgc gcggccagaa caacgtccag ggcgcgtccg 4920

atgccggcct gatcccgatg gtctacccgg actatcagtc ggtcgagaag gacgcggtgc 4980

gtgagctgtt cgaggagttc tgggggcagt ccctcgatcc tcagaagggc ctcaccgtgg 5040

tcgagatcat gcgcgcgatc cacgcgggcg agatccgggg catgttcgtc gagggcgaga 5100

acccggcgat gtccgacccc gacctcaacc atgcccgcca cgcgctggcg atgctcgacc 5160

atctcgtggt gcaggacctg ttcctgacgg agacggcctt ccacgccgac gtggtgctgc 5220

cggcctcggc ctttgccgag aaagccggga ccttcaccaa caccgaccgg cgcgtgcaga 5280

tcgcccagcc cgtcgtcgcc cctccgggcg atgcgcgcca ggattggtgg atcatccagg 5340

aactggcccg acgcctcgac ctcgactgga actacggcgg cccggccgac atcttcgccg 5400

agatggcgca ggtgatgccg tccttgaaca acatcacctg ggagcggctg gagcgcgagg 5460

gggcggtgac ctatccggtc gatgccccgg accagcccgg caacgagatc atcttctatg 5520

ccggcttccc gaccgagagc ggtcgcgcca agatcgtgcc cgcggcgatc gtgccgccgg 5580

acgaggtgcc ggacgacgag ttcccgatgg tgctctcgac cggccgcgtg ctcgaacact 5640

ggcacacggg ctcgatgacc cggcgcgcgg gcgtgctcga cgcgctggag ccggaggcgg 5700

tggccttcat ggcacccaag gagctctacc ggctcggtct ccggcccggc gggtcgatgc 5760

ggttggaaac acggcgcggc gccgtcgtgt tgaaggtgcg ctccgaccgg gacgtgccga 5820
tcggcatgat cttcatgccc ttctgctacg cggaagccgc cgccaacctt ctgaccaacc 5880
ccgccctcga ccccctcgga aagattcccg agttcaaatt ctgcgcagcc cgcgtcgtcc 5940
ccgcggaggc tgcgccgatg gccgccgagc accaccacca ccaccactaa ggatccggct 6000
gctaacaaag cccgaaagga agctgagttg gctgctgcca ccgctgagca ataactagca 6060
taaccccttg gggcctctaa acgggtcttg aggggttttt tgctgaaagg aggaactata 6120
tccggatatc ccgcaagagg cccggcagta ccggcataac caagcctatg cctacagcat 6180

ccagggtgac ggtgccgagg atgacgatga gcgcattgtt agatttcata cacggtgcct 6240
gactgcgtta gcaatttaac tgtgataaac taccgcatta aagcttatcg atagatccgt 6300
tcagggcatc aaatgcagac tcgtttctga cacttgcaga ctggatctat ctcatctgcg 6360
caaggcagaa cgtgaagacg gccgccctgg acctcgcccg cgagcgccag gcgcacgagg 6420
ccggcgcgcg gacccgcgcc acggcccacg agcggacgcc gcagcaggag cgccagaagg 6480
ccgccagaga ggccgagcgc ggccgtgagg cttggacgct agggcagggc atgaaaaagc 6540
ccgtagcggg ctgctacggg cgtctgacgc ggtggaaagg gggaggggat gttgtctaca 6600

tggctctgct gtagtgagtg ggttgcgctc cggcagcggt cctgatcaat cgtcaccctt 6660
tctcggtcct tcaacgttcc tgacaacgag cctccttttc gccaatccat cgacaatcac 6720
cgcgagtccc tgctcgaacg ctgcgtccgg accggcttcg tcgaaggcgt ctatcgcggc 6780
ccgcaacagc ggcgagagcg gagcctgttc aacggtgccg ccgcgctcgc cggcatcgct 6840
gtcgccggcc tgctcctcaa gcacggcccc aacagtgaag tagctgattg tcatcagcgc 6900
attgacggcg tccccggccg aaaaacccgc ctcgcagagg aagcgaagct gcgcgtcggc 6960
cgtttccatc tgcggtgcgc ccggtcgcgt gccggcatgg atgcgcgcgc catcgcggta 7020

ggcgagcagc gcctgcctga agctgcgggc attcccgatc agaaatgagc gccagtcgtc 7080
gtcggctctc ggcaccgaat gcgtatgatt ctccgccagc atggcttcgg ccagtgcgtc 7140
gagcagcgcc cgcttgttcc tgaagtgcca gtaaagcgcc ggctgctgaa cccccaaccg 7200
ttccgccagt ttgcgtgtcg tcagaccgtc tacgccgacc tcgttcaaca ggtccagggc 7260
ggcacggatc actgtattcg gctgcaactt tgtcatgatt gacactttat cactgataaa 7320
cataatatgt ccaccaactt atcagtgata aagaatccgc gcgttcaatc ggaccagcgg 7380
aggctggtcc ggaggccaga cgtgaaaccc aacatacccc tgatcgtaat tctgagcact 7440

gtcgcgctcg acgctgtcgg catcggcctg attatgccgg tgctgccggg cctcctgcgc 7500

gatctggttc actcgaacga cgtcaccgcc cactatggca ttctgctggc gctgtatgcg 7560

ttggtgcaat ttgcctgcgc acctgtgctg ggcgcgctgt cggatcgttt cgggcggcgg 7620

ccaatcttgc tcgtctcgct ggccggcgcc actgtcgact acgccatcat ggcgacagcg 7680

cctttccttt gggttctcta tatcgggcgg atcgtggccg gcatcaccgg ggcgactggg 7740

gcggtagccg gcgcttatat tgccgatatc actgatggcg atgagcgcgc gcggcacttc 7800

ggcttcatga gcgcctgttt cgggttcggg atggtcgcgg gacctgtgct cggtgggctg 7860

atgggcggtt tctcccccca cgctccgttc ttcgccgcgg cagccttgaa cggcctcaat 7920

ttcctgacgg gctgtttcct tttgccggag tcgcacaaag gcgaacgccg gccgttacgc 7980

cgggaggctc tcaacccgct cgcttcgttc cggtgggccc ggggcatgac cgtcgtcgcc 8040

gccctgatgg cggtcttctt catcatgcaa cttgtcggac aggtgccggc cgcgctttgg 8100

gtcattttcg gcgaggatcg ctttcactgg gacgcgacca cgatcggcat ttcgcttgcc 8160

gcatttggca ttctgcattc actcgcccag gcaatgatca ccggccctgt agccgcccgg 8220

ctcggcgaaa ggcgggcact catgctcgga atgattgccg acggcacagg ctacatcctg 8280

cttgccttcg cgacacgggg atggatggcg ttcccgatca tggtcctgct tgcttcgggt 8340

ggcatcggaa tgccggcgct gcaagcaatg ttgtccaggc aggtggatga ggaacgtcag 8400

gggcagctgc aaggctcact ggcggcgctc accagcctga cctcgatcgt cggacccctc 8460

ctcttcacgg cgatctatgc ggcttctata acaacgtgga acgggtgggc atggattgca 8520

ggcgctgccc tctacttgct ctgcctgccg gcgctgcgtc gcgggctttg gagcggcgca 8580

gggcaacgag ccgatcgctg atcgtggaaa cgataggcct atgccatgcg ggtcaaggcg 8640

acttccggca agctatacgc gccctagaat tgtcaatttt aatcctctgt ttatcggcag 8700

ttcgtagagc gcgccgtgcg tcccgagcga tactgagcga agcaagtgcg tcgagcagtg 8760

cccgcttgtt cctgaaatgc cagtaaagcg ctggctgctg aacccccagc cggaactgac 8820

cccacaaggc cctagcgttt gcaatgcacc aggtcatcat tgacccaggc gtgttccacc 8880

aggccgctgc ctcgcaactc ttcgcaggct tcgccgacct gctcgcgcca cttcttcacg 8940

cgggtggaat ccgatccgca catgaggcgg aaggtttcca gcttgagcgg gtacggctcc 9000

cggtgcgagc tgaaatagtc gaacatccgt cgggccgtcg gcgacagctt gcggtacttc 9060

tcccatatga atttcgtgta gtggtcgcca gcaaacagca cgacgatttc ctcgtcgatc 9120

aggacctggc aacgggacgt tttcttgcca cggtccagga cgcggaagcg gtgcagcagc 9180

gacaccgatt ccaggtgccc aacgcggtcg gacgtgaagc ccatcgccgt cgcctgtagg 9240

cgcgacaggc attcctcggc cttcgtgtaa taccggccat tgatcgacca gcccaggtcc 9300

tggcaaagct cgtagaacgt gaaggtgatc ggctcgccga taggggtgcg cttcgcgtac 9360

tccaacacct gctgccacac cagttcgtca tcgtcggccc gcagctcgac gccggtgtag 9420

gtgatcttca cgtccttgtt gacgtggaaa atgaccttgt tttgcagcgc ctcgcgcggg 9480

attttcttgt tgcgcgtggt gaacagggca gagcgggccg tgtcgtttgg catcgctcgc 9540

atcgtgtccg gccacggcgc aatatcgaac aaggaaagct gcatttcctt gatctgctgc 9600

ttcgtgtgtt tcagcaacgc ggcctgcttg gcctcgctga cctgttttgc caggtcctcg 9660

ccggcggttt ttcgcttctt ggtcgtcata gttcctcgcg tgtcgatggt catcgacttc 9720

gccaaacctg ccgcctcctg ttcgagacga cgcgaacgct ccacggcggc cgatggcgcg 9780

ggcagggcag ggggagccag ttgcacgctg tcgcgctcga tcttggccgt agcttgctgg 9840

accatcgagc cgacggactg gaaggtttcg cggggcgcac gcatgacggt gcggcttgcg 9900

atggtttcgg catcctcggc ggaaaacccc gcgtcgatca gttcttgcct gtatgccttc 9960

cggtcaaacg tccgattcat tcaccctcct tgcgggattg ccccgactca cgccggggca 10020

atgtgccctt attcctgatt tgacccgcct ggtgccttgg tgtccagata atccacctta 10080

tcggcaatga agtcggtccc gtagaccgtc tggccgtcct tctcgtactt ggtattccga 10140

atcttgccct gcacgaatac cagctccgcg aagtcgctct tcttgatgga gcgcatgggg 10200

acgtgcttgg caatcacgcg cacccccggg ccgttttagc ggctaaaaaa gtcatggctc 10260

tgccctcggg cggaccacgc ccatcatgac cttgccaagc tcgtcctgct tctcttcgat 10320

cttcgccagc agggcgagga tcgtggcatc accgaaccgc gccgtgcgcg ggtcgtcggt 10380

gagccagagt ttcagcaggc cgcccaggcg gcccaggtcg ccattgatgc gggccagctc 10440

gcggacgtgc tcatagtcca cgacgcccgt gattttgtag ccctggccga cggccagcag 10500

gtaggcctac aggctcatgc cggccgccgc cgccttttcc tcaatcgctc ttcgttcgtc 10560

tggaaggcag tacaccttga taggtgggct gcccttcctg gttggcttgg tttcatcagc 10620

catccgcttg ccctcatctg ttacgccggc ggtagccggc cagcctcgca gagcaggatt 10680

cccgttgagc accgccaggt gcgaataagg gacagtgaag aaggaacacc cgctcgcggg 10740

tgggcctact tcacctatcc tgcccggctg acgccgttgg atacaccaag gaaagtctac 10800

acgaaccctt tggcaaaatc ctgtatatcg tgcgaaaaag gatggatata ccgaaaaaat 10860

cgctataatg accccgaagc agggttatgc agcggaaaag atccgtc 10907

<210> 21

<211> 1203

<212> DNA

<213> Thiobacillus sp.

<400> 21

atggcgaaaa tactttgcgt tctctatgat gatccggtcg acggctatcc gaagacctat 60

gcgcgcgacg atctgccgaa gatcgaccac tatccgggcg ggcagaccct gccgacgccg 120

aaggcgatcg acttcacccc cggccagctt ctcggctcgg tctccggcga gctgggcctg 180

cgcaaatatc tcgaagccaa cggccacacc ttcgtcgtca cctccgacaa ggacggcccg 240

gattcggtgt tcgagaagga gctcgtcgac gccgacgtgg tgatctccca gcccttctgg 300

ccggcctatc tgacacctga gcgcatcgcc aaggcgaaga acctgaagct ggcgctcacc 360

gccggcatcg gctccgatca cgtcgatctt cagtcggcga tcgaccgcgg catcaccgtg 420

gccgaagtca cctactgcaa ctcgatcagc gtcgccgagc atgtggtgat gatgatcctc 480

ggcctggtgc gcaactacat tccctcgcat gactgggcgc gcaagggcgg ctggaacata 540

gccgactgcg tggagcactc ctacgacctc gagggcatga ccgtcggctc cgttgccgcc 600

ggccgcatcg gcctcgccgt gctgcgccgc ctcgcgccct tcgacgtgaa gctgcactac 660

accgaccgcc accgcctgcc ggaagcggtc gagaaggagt tgggcctggt ctggcacgac 720

acccgcgagg acatgtaccc acattgcgac gtggtcacgc tcaacgtgcc gctgcatccc 780

gagacggagc acatgatcaa tgacgagacg ctgaagctgt tcaagcgcgg cgcctatatc 840

gtcaacaccg cccgcggcaa gctcgccgac cgcgacgcca tcgtgcgtgc gatcgagagc 900

gggcagctcg ccggctatgc tggcgacgtg tggttcccgc agccggcgcc gaaggatcac 960

ccctggcgca ccatgaagtg ggaaggcatg acgccgcaca tttccggcac ctcgctctcc 1020

gcccaggcgc gctatgcggc gggcacgcgc gagatcctcg aatgcttctt cgaaggtcgg 1080

ccgatccgcg acgagtacct gatcgtgcag ggcggcgcac tcgccggcac gggggcgcat 1140

tcctactcca agggcaatgc gaccggcggc tcggaagagg ccgcgaagtt caagaaggcc 1200

ggc 1203

<210> 22

<211> 4857

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising TsFDH and His-tag

<400> 22

atccggatat agttcctcct ttcagcaaaa aacccctcaa gacccgttta gaggccccaa 60

ggggttatgc tagttattgc tcagcggtgg cagcagccaa ctcagcttcc tttcgggctt 120

tgttagcagc cggatctcag tggtggtggt ggtggtgctc gagtgcggcc gcaagcttgt 180

cgacggagct cgaattctta atgatggtgg tgatgatggc cggccttctt gaacttcgcg 240

gcctcttccg agccgccggt cgcattgccc ttggagtagg aatgcgcccc cgtgccggcg 300

agtgcgccgc cctgcacgat caggtactcg tcgcggatcg gccgaccttc gaagaagcat 360

tcgaggatct cgcgcgtgcc cgccgcatag cgcgcctggg cggagagcga ggtgccggaa 420

atgtgcggcg tcatgccttc ccacttcatg gtgcgccagg ggtgatcctt cggcgccggc 480

tgcgggaacc acacgtcgcc agcatagccg gcgagctgcc cgctctcgat cgcacgcacg 540

atggcgtcgc ggtcggcgag cttgccgcgg gcggtgttga cgatataggc gccgcgcttg 600

aacagcttca gcgtctcgtc attgatcatg tgctccgtct cgggatgcag cggcacgttg 660

agcgtgacca cgtcgcaatg tgggtacatg tcctcgcggg tgtcgtgcca gaccaggccc 720

aactccttct cgaccgcttc cggcaggcgg tggcggtcgg tgtagtgcag cttcacgtcg 780

aagggcgcga ggcggcgcag cacggcgagg ccgatgcggc cggcggcaac ggagccgacg 840

gtcatgccct cgaggtcgta ggagtgctcc acgcagtcgg ctatgttcca gccgcccttg 900

cgcgcccagt catgcgaggg aatgtagttg cgcaccaggc cgaggatcat catcaccaca 960

tgctcggcga cgctgatcga gttgcagtag gtgacttcgg ccacggtgat gccgcggtcg 1020

atcgccgact gaagatcgac gtgatcggag ccgatgccgg cggtgagcgc cagcttcagg 1080

ttcttcgcct tggcgatgcg ctcaggtgtc agataggccg gccagaaggg ctgggagatc 1140

accacgtcgg cgtcgacgag ctccttctcg aacaccgaat ccgggccgtc cttgtcggag 1200

gtgacgacga aggtgtggcc gttggcttcg agatatttgc gcaggcccag ctcgccggag 1260

accgagccga gaagctggcc gggggtgaag tcgatcgcct tcggcgtcgg cagggtctgc 1320

ccgcccggat agtggtcgat cttcggcaga tcgtcgcgcg cataggtctt cggatagccg 1380

tcgaccggat catcatagag aacgcaaagt attttcgcca tgctagccat atgtatatct 1440

ccttcttaaa gttaaacaaa attatttcta gagggaaacc gttgtggtct ccctatagtg 1500

agtcgtatta atttcgcggg atcgagatct cgggcagcgt tgggtcctgg ccacgggtgc 1560

gcatgatcgt gctcctgtcg ttgaggaccc ggctaggctg gcggggttgc cttactggtt 1620

agcagaatga atcaccgata cgcgagcgaa cgtgaagcga ctgctgctgc aaaacgtctg 1680

cgacctgagc aacaacatga atggtcttcg gtttccgtgt ttcgtaaagt ctggaaacgc 1740

ggaagtcagc gccctgcacc attatgttcc ggatctgcat cgcaggatgc tgctggctac 1800

cctgtggaac acctacatct gtattaacga agcgctggca ttgaccctga gtgatttttc 1860

tctggtcccg ccgcatccat accgccagtt gtttaccctc acaacgttcc agtaaccggg 1920

catgttcatc atcagtaacc cgtatcgtga gcatcctctc tcgtttcatc ggtatcatta 1980

cccccatgaa cagaaatccc ccttacacgg aggcatcagt gaccaaacag gaaaaaaccg 2040

ccctttaacat ggcccgcttt atcagaagcc agacattaac gcttctggag aaactcaacg 2100

agctggacgc ggatgaacag gcagacatct gtgaatcgct tcacgaccac gctgatgagc 2160

tttaccgcag ctgcctcgcg cgtttcggtg atgacggtga aaacctctga cacatgcagc 2220

tcccggagac ggtcacagct tgtctgtaag cggatgccgg gagcagacaa gcccgtcagg 2280

gcgcgtcagc gggtgttggc gggtgtcggg gcgcagccat gacccagtca cgtagcgata 2340

gcggagtgta tactggctta actatgcggc atcagagcag attgtactga gagtgcacca 2400

tatatgcggt gtgaaatacc gcacagatgc gtaaggagaa aataccgcat caggcgctct 2460

tccgcttcct cgctcactga ctcgctgcgc tcggtcgttc ggctgcggcg agcggtatca 2520

gctcactcaa aggcggtaat acggttatcc acagaatcag gggataacgc aggaaagaac 2580

atgtgagcaa aaggccagca aaaggccagg aaccgtaaaa aggccgcgtt gctggcgttt 2640

ttccataggc tccgcccccc tgacgagcat cacaaaaatc gacgctcaag tcagaggtgg 2700

cgaaacccga caggactata aagataccag gcgtttcccc ctggaagctc cctcgtgcgc 2760

tctcctgttc cgaccctgcc gcttaccgga tacctgtccg cctttctccc ttcgggaagc 2820

gtggcgcttt ctcatagctc acgctgtagg tatctcagtt cggtgtaggt cgttcgctcc 2880

aagctgggct gtgtgcacga acccccccgtt cagcccgacc gctgcgcctt atccggtaac 2940

tatcgtcttg agtccaaccc ggtaagacac gacttatcgc cactggcagc agccactggt 3000

aacaggatta gcagagcgag gtatgtaggc ggtgctacag agttcttgaa gtggtggcct 3060

aactacggct acactagaag gacagtattt ggtatctgcg ctctgctgaa gccagttacc 3120

ttcggaaaaa gagttggtag ctcttgatcc ggcaaacaaa ccaccgctgg tagcggtggt 3180

ttttttgttt gcaagcagca gattacgcgc agaaaaaaag gatctcaaga agatcctttg 3240

atcttttcta cggggtctga cgctcagtgg aacgaaaact cacgttaagg gattttggtc 3300

atgagattat caaaaaggat cttcacctag atccttttaa attaaaaatg aagttttaaa 3360

tcaatctaaa gtatatatga gtaaacttgg tctgacagtt accaatgctt aatcagtgag 3420

gcacctatct cagcgatctg tctatttcgt tcatccatag ttgcctgact ccccgtcgtg 3480

tagataacta cgatacggga gggcttacca tctggcccca gtgctgcaat gataccgcga 3540

gacccacgct caccggctcc agatttatca gcaataaacc agccagccgg aagggccgag 3600

cgcagaagtg gtcctgcaac tttatccgcc tccatccagt ctattaattg ttgccgggaa 3660

gctagagtaa gtagttcgcc agttaatagt ttgcgcaacg ttgttgccat tgctgcaggc 3720

atcgtggtgt cacgctcgtc gtttggtatg gcttcattca gctccggttc ccaacgatca 3780

aggcgagtta catgatcccc catgttgtgc aaaaaagcgg ttagctcctt cggtcctccg 3840

atcgttgtca gaagtaagtt ggccgcagtg ttatcactca tggttatggc agcactgcat 3900

aattctctta ctgtcatgcc atccgtaaga tgcttttctg tgactggtga gtactcaacc 3960
aagtcattct gagaatagtg tatgcggcga ccgagttgct cttgcccggc gtcaatacgg 4020
gataataccg cgccacatag cagaacttta aaagtgctca tcattggaaa acgttcttcg 4080
gggcgaaaac tctcaaggat cttaccgctg ttgagatcca gttcgatgta acccactcgt 4140
gcacccaact gatcttcagc atcttttact ttcaccagcg tttctgggtg agcaaaaaca 4200
ggaaggcaaa atgccgcaaa aaagggaata agggcgacac ggaaatgttg aatactcata 4260
ctcttccttt ttcaatatta ttgaagcatt tatcagggtt attgtctcat gagcggatac 4320

atatttgaat gtatttagaa aaataaacaa ataggggttc cgcgcacatt tccccgaaaa 4380
gtgccacctg aaattgtaaa cgttaatatt ttgttaaaat tcgcgttaaa tttttgttaa 4440
atcagctcat tttttaacca ataggccgaa atcggcaaaa tcccttataa atcaaaagaa 4500
tagaccgaga tagggttgag tgttgttcca gtttggaaca agagtccact attaaagaac 4560
gtggactcca acgtcaaagg gcgaaaaacc gtctatcagg gcgatggccc actacgtgaa 4620
ccatcaccct aatcaagttt tttggggtcg aggtgccgta aagcactaaa tcggaaccct 4680
aaagggagcc cccgatttag agcttgacgg ggaaagccgg cgaacgtggc gagaaaggaa 4740

gggaagaaag cgaaaggagc gggcgctagg gcgctggcaa gtgtagcggt cacgctgcgc 4800
gtaaccacca cacccgccgc gcttaatgcg ccgctacagg gcgcgtccca ttcgcca 4857
<210> 23
<211> 2877
<212> DNA
<213> Rhodobacter capsulatus
<400> 23
atgaaagacc tgattatccc gccgctggac tggacgcaag acatgggtac gccgaaacgc 60
gaaggtgctc cggtgcatct gacgattgat ggcgtcgaag tgacggttcc ggcgggtacc 120
agcgttctgc gtgccgcagc agaagctggc atttctatcc cgaaactgtg cgcgaccgat 180
aacgtggaac cggttggtag ttgccgtctg tgtatggtgg aaattgaagg catgcgtggt 240

accccgacgt cctgtaccac gccggttgcc ccgggtatgc gtgtccatac ccagacgccg 300
cagctgcaaa aactgcgtcg cggtgtgatg gaactgtata tcagcgatca cccgctggac 360
tgcctgacct gtgctgcgaa cggcgattgc gaactgcagg acatggcagg cgctgtgggt 420
ctgcgtgaag ttcgctatca agcgaaagat acgcattttg cgcgtcgcga tgccaccggt 480
ccgaatccgc gttacattcc gaaagataac tcaaatccgt atttctcgta cgacccggcc 540

aaatgcatcg tctgtatgcg ttgcgtgcgc gcctgcgaag aagtgcaggg cacgtttgca 600

ctgaccgtta tgggccgtgg tttcgatgcg cgcattagtc cggccgcacc ggattttctg 660

agcagcgact gtgtgtcctg cggcgcctgt gttcaggcat gtccgaccgc taccctggtg 720

gaaaaatctg tggaacgtat cggtaccccg gaacgcaaag tggttaccac gtgcgcctat 780

tgtggcgttg gttgctcgtt tgaagcacat atgctgggcg atcagctggt ccgtatggtg 840

ccgtggaaag gcggtgctgc gaaccgtggt catagctgtg tgaaaggccg cttcgcgtat 900

ggttacgcca cccaccagga tcgtattctg aaaccgatga ttcgcgataa aatcacggac 960

ccgtggcgcg aagttaactg gaccgaagca ctggatttta ccgctacgcg tctgcgcgcg 1020

ctgcgtgata gccatggtgc cgatgcactg ggtgtgatca ccagttcccg ctgcacgaat 1080

gaagaaacct atctggttca gaaactggca cgtgctgtct tcggtacgaa caataccgat 1140

acgtgcgccc gcgtttgtca ttctccgacc ggctacggtc tgaaacagac ctttggcacg 1200

agtgccggta cgcaagattt cgactccgtc gaagaaaccg atctggccct ggtgattggc 1260

gcaaatccga ccgacggtca cccggtgttt gcgagtcgtc tgcgtaaacg tctgcgtgcc 1320

ggtgcaaaac tgattgtcgt ggatccgcgt cgcatcgacc tgctgaacac cccgcatcgt 1380

ggcgaagcat ggcacctgca gctgaaaccg ggtacgaatg tcgcagtgat gaccgcaatg 1440

gctcatgtta ttgtcaccga acaaatcttt gataaacgtt tcatcggtga ccgctgcgat 1500

tgggacgaat gggcggatta tgccgaattc gtggcgaacc cggaatacgc accggaagct 1560

gtcgaaagcc tgaccggcgt gccggctggt ctgctgcgtc aggcggcacg tgcctatgct 1620

gccgcaccga atgcagctat ttattacggc ctgggtgtga ccgaacacag ccaaggctct 1680

accacggtta ttgcgatcgc caacctggcc atgatgaccg gcaatatcgg tcgtccgggc 1740

gtgggtgtta acccgctgcg tggtcagaac aatgtgcaag gcagctgtga tatgggttct 1800

tttccgcatg aattcccggg ttatcgccac gttagtgatg acgcgacccg tggcctgttt 1860

gaacgcacgt ggggtgtgac cctgtcatcg gaaccgggcc tgcgtattcc gaatatgctg 1920

gatgcggccg ttgaaggccg cttcaaagcg ctgtatgtcc agggtgaaga cattctgcaa 1980

tcagatccgg acacccgtca tgtttcggcc ggtctggcag ctatggatct ggtcatcgtg 2040

catgacctgt ttctgaacga aacggcgaat tacgcccacg tgtttctgcc gggctccacc 2100

ttcctggaaa aagatggtac ctttacgaac gcggaacgtc gcattaatcg cgttcgtcgc 2160

gtcatggcac cgaaagctgg tttcgcggat tgggaagtga cgcagatgct ggcaaacgct 2220

ctgggcgctg gttggcatta tacccacccg tcagaaatta tggcggaaat tgccgcaacc 2280

acgccgggtt ttgcagctgt cacctacgaa atgctggatg cacgtggttc agtgcagtgg 2340

ccgtgcaatg aaaaagcgcc ggaaggctcg ccgattatgc atgtcgaagg ttttgtgcgc 2400
ggcaaaggtc gtttcatccg caccgcgtat ctgccgacgg atgaaaaaac cggtccgcgt 2460
ttcccgctgc tgctgaccac gggccgcatt ctgagccagt acaacgttgg tgcccaaacc 2520
cgtcgcacgg aaaataccgt ctggcatggt gaagatcgcc tggaaattca cccgacggac 2580
gcagaaaccc gtggcatccg cgatggtgat tgggttcgtc tggccagccg tgcaggtgaa 2640
accaccctgc gtgcaaccgt tacggatcgc gtctctccgg gtgttgtcta taccacgttt 2700
catcacccgg acacccaggc gaacgtggtt accacggata cgtctgactg ggctaccaat 2760

tgtccggaat acaaagtgac cgcggttcaa gtcgcggcca gtaatggccc gtccgattgg 2820
caacaggact atgcggcaca agcagcagca gcccgtcgta ttgaagcagc agaatga 2877

<210> 24

<211> 1503

<212> DNA

<213> Rhodobacter capsulatus

<400> 24

atgaaaatct ggctgccgtg cgatgctgct gctaaagcgt gtggtgcgga agcggttctg 60
gctgccctgc gtctggaagc ggaaaaacgt ggcggtgcac tggatattgc tcgtaacggc 120
agccgcggta tgatctggct ggaaccgctg ctggaagtgg aaaccccggc cggtcgtatt 180
ggttttggtc cgatgacgcc ggccgatgtt ccggcactgt ttgacgcact ggaatctcat 240

ccgaaagccc tgggcctggt cgaagaaatt ccgtttttca aacgtcagac ccgcctgacg 300
tttgcccgtt gtggtcgcat cgaaccgctg tcactggcac aatttgccgc ggcagaaggt 360
tgggctggtc tgcgtaaagc gctgaaaatg accccggccg aagtggttga agaagttctg 420
gcatcgggtc tgcgcggtcg cggcggtgca ggttttccga ccggtattaa atggcgcacc 480
gttgctgccg cacaggcgga tcaaaaatac atcgtgtgta atgttgatga aggcgacagc 540
ggttcttttg cggatcgcat gctgattgaa ggtgacccgt tctgcctggt tgaaggcatg 600
gcgattgcgg gtcatgcagt tggtgctacc cgtggctatg tgtacattcg ctcagaatac 660

ccggacgcaa ttgctgtgat gcgtgcagct atcgcgatgg ccaaaccgtt tctggcagaa 720
gctggcttcg aaatggaagt gcgtgttggt gccggtgcat atgtgtgcgg tgaagaaacc 780
agtctgctga actccctgga aggcaaacgt ggtaccgttc gtgcaaaacc gccgctgccg 840
gcactgaaag gcctgtttgg taaaccgacc gtcgtgaaca atctgctgtc cctggcggcc 900
gttccgtgga ttatcgcgca cggtgcaaaa gcttatgaat cattcggtat ggatcgtagc 960

cgtggtacca ttccgctgca gatcggcggt aatgtgaaac gtggcggtct gtttgaaacc 1020

ggcttcggta ttacgctggg tgaactggtt gaagatattt gcggcggtac cgctagtggt 1080

cgcccggtca aagccgtcca agtgggcggt ccgctgggtg catatcatcc ggtctccgac 1140

taccacctgc cgttttgcta tgaacagttt gctggtcaag gcggtctggt gggccatgca 1200

ggtctggttg tccacgatga caccgcggat atgctgaaac tggcgcgttt tgccatggaa 1260

ttctgtgcga ttgaaagctg cggtacctgt acgccgtgcc gtattggtgc ggttcgcggc 1320

gttgaagtca ttgatcgtat tgcagctggt gatgcgagcg caatgccgct gctggatgac 1380

ctgtgtcaga ccatgaaact gggttctctg tgtgccctgg gcggttttac gccgtacccg 1440

gtgcagtcgg ctatccgtca ttttccggct gattttccgt gtgctcgtga agcggcagaa 1500

taa 1503

<210> 25

<211> 453

<212> DNA

<213> Rhodobacter capsulatus

<400> 25

atgacggata ccgctcgtct gcgtgcgatt ctggccgccc accgtggtcg tgaaggcgct 60

ctgctgccga ttctgcatga tgtccaagcg gcctttggct tcattccgga agatgcatat 120

gctccgatcg cagctgacct gggtctgacc cgtgcagaag tggctggcgt ggttggtttt 180

taccatgatt tccgtaaagc gccggccggc cgccacgtta ttaaactgtg ccgcgcagaa 240

gcttgtcagg caatgggtat ggatgcggtc caagcgcgcc tggaaagtgc actgggtctg 300

cgtctgggtg acagctctga agcagtcacg ctggaagctg tgtattgtct gggtctgtgt 360

gcctgtgcac cggccgcaat ggttgatgac cgtctggttg gtcgtctgga tgcggcggcg 420

gtggcgggta tcgtggcgga actgggtgcg tga 453

<210> 26

<211> 768

<212> DNA

<213> Rhodobacter capsulatus

<400> 26

atgtccctgc cggctggtgc tgttacggtt ccgctgccgg gtggtgctcg tgctgttctg 60

gccgaagaag ttccggtggc gctggtcttc gacggcgtta cccaggcagt gatgatggcg 120

agcccggtgg atctggaaga ctttctgctg ggttttgcac tgaccgaagg catgattgcg 180

gatcgtgctg aactgctgcg tcatgaagtg gttcgccagc cgcaaggtat tgaactgcgc 240

ggttggctgg ctgcaccggc cggccagcgt tttgcggcac gccgtcgtgc gatggcaggc 300

ccggttggtt gtggcctgtg tggtctggat agcctggcag cggttctgcg tccgctgccg 360

cgtgcaccgc gcggcggtgc gccgccgccg ctggcggatg gtgctctggc ggcactgcgc 420

gcgggccaaa gcctgcagga tgcagtgcgt agcgttcatg cagcgggctt ttgggatggc 480

gcgcagatgc gtgccctgcg tgaagatgtt ggccgtcata atgcgctgga taaactggcg 540

ggcgctctgg caggccaggg tatcgatgct gcggcaggtg cactggtgct gacctcacgt 600

ctgtccgttg atctggtgca aaaagcagcg atgattggcg cgcgtgtgct gattgcgccg 660

tctgcaccga ccgctctggc ggtcgcagaa gcgcaggcag ccggcctggc actgattgcc 720

cgtggcccgg atggtccgac gctgtacacc gaaaccgaag cagaatga 768

<210> 27

<211> 216

<212> DNA

<213> Rhodobacter capsulatus

<400> 27

atgagtgacg acaaaattat ccgtatggca aatcaaatcg ctgcgttctt cgccgttcaa 60

ccgggtgacc gtgcgggtcc ggtggcagcg catattagcg aaaactggtc tgcaccgatg 120

cgtgccgcac tgctggcgca cgtggcagct cagagtccgg gtctggatcc gctggttatc 180

gcagcagcac cgcaaattcg tccggttccg gcgtga 216

<210> 28

<211> 4414

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> pTrcHis vector

<400> 28

gtttgacagc ttatcatcga ctgcacggtg caccaatgct tctggcgtca ggcagccatc 60

ggaagctgtg gtatggctgt gcaggtcgta aatcactgca taattcgtgt cgctcaaggc 120

gcactcccgt tctggataat gtttttttgcg ccgacatcat aacggttctg gcaaatattc 180

tgaaatgagc tgttgacaat taatcatccg gctcgtataa tgtgtggaat tgtgagcgga 240

taacaatttc acacaggaaa cagcgccgct gagaaaaagc gaagcggcac tgctctttaa 300

caatttatca gacaatctgt gtgggcactc gaccggaatt atcgattaac tttattatta 360

aaaattaaag aggtatatat taatgtatcg attaaataag gaggaataaa ccatgggggg 420

ttctcatcat catcatcatc atggtatggc tagcatgact ggtggacagc aaatgggtcg 480

ggatctgtac gacgatgacg ataaggatcg atggggatcc gagctcgaga tctgcagctg 540

gtaccatatg ggaattcgaa gcttggctgt tttggcggat gagagaagat tttcagcctg 600

atacagatta aatcagaacg cagaagcggt ctgataaaac agaatttgcc tggcggcagt 660

agcgcggtgg tcccacctga ccccatgccg aactcagaag tgaaacgccg tagcgccgat 720

ggtagtgtgg ggtctcccca tgcgagagta gggaactgcc aggcatcaaa taaaacgaaa 780

ggctcagtcg aaagactggg cctttcgttt tatctgttgt ttgtcggtga acgctctcct 840

gagtaggaca aatccgccgg gagcggattt gaacgttgcg aagcaacggc ccggagggtg 900

gcgggcagga cgcccgccat aaactgccag gcatcaaatt aagcagaagg ccatcctgac 960

ggatggcctt tttgcgtttc tacaaactct ttttgtttat ttttctaaat acattcaaat 1020

atgtatccgc tcatgagaca ataaccctga taaatgcttc aataatattg aaaaaggaag 1080

agtatgagta ttcaacattt ccgtgtcgcc cttattccct tttttgcggc attttgcctt 1140

cctgtttttg ctcacccaga aacgctggtg aaagtaaaag atgctgaaga tcagttgggt 1200

gcacgagtgg gttacatcga actggatctc aacagcggta agatccttga gagttttcgc 1260

cccgaagaac gttttccaat gatgagcact tttaaagttc tgctatgtgg cgcggtatta 1320

tcccgtgttg acgccgggca agagcaactc ggtcgccgca tacactattc tcagaatgac 1380

ttggttgagt actcaccagt cacagaaaag catcttacgg atggcatgac agtaagagaa 1440

ttatgcagtg ctgccataac catgagtgat aacactgcgg ccaacttact tctgacaacg 1500

atcggaggac cgaaggagct aaccgctttt ttgcacaaca tgggggatca tgtaactcgc 1560

cttgatcgtt gggaaccgga gctgaatgaa gccataccaa acgacgagcg tgacaccacg 1620

atgcctgtag caatggcaac aacgttgcgc aaactattaa ctggcgaact acttactcta 1680

gcttcccggc aacaattaat agactggatg gaggcggata aagttgcagg accacttctg 1740

cgctcggccc ttccggctgg ctggtttatt gctgataaat ctggagccgg tgagcgtggg 1800

tctcgcggta tcattgcagc actggggcca gatggtaagc cctcccgtat cgtagttatc 1860

tacacgacgg ggagtcaggc aactatggat gaacgaaata gacagatcgc tgagataggt 1920

gcctcactga ttaagcattg gtaactgtca gaccaagttt actcatatat actttagatt 1980

gatttaaaac ttcattttta atttaaaagg atctaggtga agatcctttt tgataatctc 2040

atgaccaaaa tcccttaacg tgagttttcg ttccactgag cgtcagaccc cgtagaaaag 2100

atcaaaggat cttcttgaga tccttttttt ctgcgcgtaa tctgctgctt gcaaacaaaa 2160

aaaccaccgc taccagcggt ggtttgtttg ccggatcaag agctaccaac tctttttccg 2220

aaggtaactg gcttcagcag agcgcagata ccaaatactg tccttctagt gtagccgtag 2280

ttaggccacc acttcaagaa ctctgtagca ccgcctacat acctcgctct gctaatcctg 2340

ttaccagtgg ctgctgccag tggcgataag tcgtgtctta ccgggttgga ctcaagacga 2400
tagttaccgg ataaggcgca gcggtcgggc tgaacggggg gttcgtgcac acagcccagc 2460
ttggagcgaa cgacctacac cgaactgaga tacctacagc gtgagctatg agaaagcgcc 2520
acgcttcccg aagggagaaa ggcggacagg tatccggtaa gcggcagggt cggaacagga 2580
gagcgcacga gggagcttcc agggggaaac gcctggtatc tttatagtcc tgtcgggttt 2640
cgccacctct gacttgagcg tcgatttttg tgatgctcgt caggggggcg gagcctatgg 2700
aaaaacgcca gcaacgcggc ctttttacgg ttcctggcct tttgctggcc ttttgctcac 2760

atgttctttc ctgcgttatc ccctgattct gtggataacc gtattaccgc ctttgagtga 2820
gctgataccg ctcgccgcag ccgaacgacc gagcgcagcg agtcagtgag cgaggaagcg 2880
gaagagcgcc tgatgcggta ttttctcctt acgcatctgt gcggtatttc acaccgcata 2940
tggtgcactc tcagtacaat ctgctctgat gccgcatagt taagccagta tacactccgc 3000
tatcgctacg tgactgggtc atggctgcgc cccgacaccc gccaacaccc gctgacgcgc 3060
cctgacgggc ttgtctgctc ccggcatccg cttacagaca agctgtgacc gtctccggga 3120
gctgcatgtg tcagaggttt tcaccgtcat caccgaaacg cgcgaggcag cagatcaatt 3180

cgcgcgcgaa ggcgaagcgg catgcattta cgttgacacc atcgaatggt gcaaaacctt 3240
tcgcggtatg gcatgatagc gcccggaaga gagtcaattc agggtggtga atgtgaaacc 3300
agtaacgtta tacgatgtcg cagagtatgc cggtgtctct tatcagaccg tttcccgcgt 3360
ggtgaaccag gccagccacg tttctgcgaa aacgcgggaa aaagtggaag cggcgatggc 3420
ggagctgaat tacattccca accgcgtggc acaacaactg gcgggcaaac agtcgttgct 3480
gattggcgtt gccacctcca gtctggccct gcacgcgccg tcgcaaattg tcgcggcgat 3540
taaatctcgc gccgatcaac tgggtgccag cgtggtggtg tcgatggtag aacgaagcgg 3600

cgtcgaagcc tgtaaagcgg cggtgcacaa tcttctcgcg caacgcgtca gtgggctgat 3660
cattaactat ccgctggatg accaggatgc cattgctgtg gaagctgcct gcactaatgt 3720
tccggcgtta tttcttgatg tctctgacca gacacccatc aacagtatta ttttctccca 3780
tgaagacggt acgcgactgg gcgtggagca tctggtcgca ttgggtcacc agcaaatcgc 3840
gctgttagcg ggcccattaa gttctgtctc ggcgcgtctg cgtctggctg gctggcataa 3900
atatctcact cgcaatcaaa ttcagccgat agcggaacgg gaaggcgact ggagtgccat 3960
gtccggtttt caacaaacca tgcaaatgct gaatgagggc atcgttccca ctgcgatgct 4020

ggttgccaac gatcagatgg cgctgggcgc aatgcgcgcc attaccgagt ccgggctgcg 4080

cgttggtgcg gatatctcgg tagtgggata cgacgatacc gaagacagct catgttatat 4140

cccgccgtca accaccatca aacaggattt tcgcctgctg gggcaaacca gcgtggaccg 4200

cttgctgcaa ctctctcagg gccaggcggt gaagggcaat cagctgttgc ccgtctcact 4260

ggtgaaaaga aaaaccaccc tggcgcccaa tacgcaaacc gcctctcccc gcgcgttggc 4320

cgattcatta atgcagctgg cacgacaggt ttcccgactg gaaagcgggc agtgagcgca 4380

acgcaattaa tgtgagttag cgcgaattga tctg 4414

<210> 29

<211> 10249

<212> DNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> plasmid comprising RcFDH and His-tag

<400> 29

gtttgacagc ttatcatcga ctgcacggtg caccaatgct tctggcgtca ggcagccatc 60

ggaagctgtg gtatggctgt gcaggtcgta aatcactgca taattcgtgt cgctcaaggc 120

gcactcccgt tctggataat gtttttgcg ccgacatcat aacggttctg gcaaatattc 180

tgaaatgagc tgttgacaat taatcatccg gctcgtataa tgtgtggaat tgtgagcgga 240

taacaatttc acacaggaaa cagcgccgct gagaaaaagc gaagcggcac tgctctttaa 300

caatttatca gacaatctgt gtgggcactc gaccggaatt atcgattaac tttattatta 360

aaaattaaag aggtatatat taatgtatcg attaaataag gaggaataaa ccatgggggg 420

ttctcatcat catcatcatc atggtatggc tagcatgacg gataccgctc gtctgcgtgc 480

gattctggcc gcccaccgtg gtcgtgaagg cgctctgctg ccgattctgc atgatgtcca 540

agcggccttt ggcttcattc cggaagatgc atatgctccg atcgcagctg acctgggtct 600

gacccgtgca gaagtggctg gcgtggttgg tttttaccat gatttccgta aagcgccggc 660

cggccgccac gttattaaac tgtgccgcgc agaagcttgt caggcaatgg gtatggatgc 720

ggtccaagcg cgcctggaaa gtgcactggg tctgcgtctg ggtgacagct ctgaagcagt 780

cacgctggaa gctgtgtatt gtctgggtct gtgtgcctgt gcaccggccg caatggttga 840

tgaccgtctg gttggtcgtc tggatgcggc ggcggtggcg ggtatcgtgg cggaactggg 900

tgcgtgaata ttaaagaggt atatattaat gaaaatctgg ctgccgtgcg atgctgctgc 960

taaagcgtgt ggtgcggaag cggttctggc tgccctgcgt ctggaagcgg aaaaacgtgg 1020

cggtgcactg gatattgctc gtaacggcag ccgcggtatg atctggctgg aaccgctgct 1080

ggaagtggaa accccggccg gtcgtattgg ttttggtccg atgacgccgg ccgatgttcc 1140

ggcactgttt gacgcactgg aatctcatcc gaaagccctg ggcctggtcg aagaaattcc 1200

gtttttcaaa cgtcagaccc gcctgacgtt tgcccgttgt ggtcgcatcg aaccgctgtc 1260

actggcacaa tttgccgcgg cagaaggttg ggctggtctg cgtaaagcgc tgaaaatgac 1320

cccggccgaa gtggttgaag aagttctggc atcgggtctg cgcggtcgcg gcggtgcagg 1380

ttttccgacc ggtattaaat ggcgcaccgt tgctgccgca caggcggatc aaaaatacat 1440

cgtgtgtaat gttgatgaag gcgacagcgg ttcttttgcg gatcgcatgc tgattgaagg 1500

tgacccgttc tgcctggttg aaggcatggc gattgcgggt catgcagttg gtgctacccg 1560

tggctatgtg tacattcgct cagaataccc ggacgcaatt gctgtgatgc gtgcagctat 1620

cgcgatggcc aaaccgtttc tggcagaagc tggcttcgaa atggaagtgc gtgttggtgc 1680

cggtgcatat gtgtgcggtg aagaaaccag tctgctgaac tccctggaag gcaaacgtgg 1740

taccgttcgt gcaaaaccgc cgctgccggc actgaaaggc ctgtttggta aaccgaccgt 1800

cgtgaacaat ctgctgtccc tggcggccgt tccgtggatt atcgcgcacg gtgcaaaagc 1860

ttatgaatca ttcggtatgg atcgtagccg tggtaccatt ccgctgcaga tcggcggtaa 1920

tgtgaaacgt ggcggtctgt ttgaaaccgg cttcggtatt acgctgggtg aactggttga 1980

agatatttgc ggcggtaccg ctagtggtcg cccggtcaaa gccgtccaag tgggcggtcc 2040

gctgggtgca tatcatccgg tctccgacta ccacctgccg ttttgctatg aacagtttgc 2100

tggtcaaggc ggtctggtgg gccatgcagg tctggttgtc cacgatgaca ccgcggatat 2160

gctgaaactg gcgcgttttg ccatggaatt ctgtgcgatt gaaagctgcg gtacctgtac 2220

gccgtgccgt attggtgcgg ttcgcggcgt tgaagtcatt gatcgtattg cagctggtga 2280

tgcgagcgca atgccgctgc tggatgacct gtgtcagacc atgaaactgg gttctctgtg 2340

tgccctgggc ggttttacgc cgtacccggt gcagtcggct atccgtcatt ttccggctga 2400

ttttccgtgt gctcgtgaag cggcagaata aatattaaag aggtatatat taatgaaaga 2460

cctgattatc ccgccgctgg actggacgca agacatgggt acgccgaaac gcgaaggtgc 2520

tccggtgcat ctgacgattg atggcgtcga agtgacggtt ccggcgggta ccagcgttct 2580

gcgtgccgca gcagaagctg gcatttctat cccgaaactg tgcgcgaccg ataacgtgga 2640

accggttggt agttgccgtc tgtgtatggt ggaaattgaa ggcatgcgtg gtaccccgac 2700

gtcctgtacc acgccggttg ccccgggtat gcgtgtccat acccagacgc cgcagctgca 2760

aaaactgcgt cgcggtgtga tggaactgta tatcagcgat cacccgctgg actgcctgac 2820

ctgtgctgcg aacggcgatt gcgaactgca ggacatggca ggcgctgtgg gtctgcgtga 2880

agttcgctat caagcgaaag atacgcattt tgcgcgtcgc gatgccaccg gtccgaatcc 2940

gcgttacatt ccgaaagata actcaaatcc gtatttctcg tacgacccgg ccaaatgcat 3000

cgtctgtatg cgttgcgtgc gcgcctgcga agaagtgcag ggcacgtttg cactgaccgt 3060

tatgggccgt ggtttcgatg cgcgcattag tccggccgca ccggattttc tgagcagcga 3120

ctgtgtgtcc tgcggcgcct gtgttcaggc atgtccgacc gctaccctgg tggaaaaatc 3180

tgtggaacgt atcggtaccc cggaacgcaa agtggttacc acgtgcgcct attgtggcgt 3240

tggttgctcg tttgaagcac atatgctggg cgatcagctg gtccgtatgg tgccgtggaa 3300

aggcggtgct gcgaaccgtg gtcatagctg tgtgaaaggc cgcttcgcgt atggttacgc 3360

cacccaccag gatcgtattc tgaaaccgat gattcgcgat aaaatcacgg acccgtggcg 3420

cgaagttaac tggaccgaag cactggattt taccgctacg cgtctgcgcg cgctgcgtga 3480

tagccatggt gccgatgcac tgggtgtgat caccagttcc cgctgcacga atgaagaaac 3540

ctatctggtt cagaaactgg cacgtgctgt cttcggtacg aacaataccg atacgtgcgc 3600

ccgcgtttgt cattctccga ccggctacgg tctgaaacag acctttggca cgagtgccgg 3660

tacgcaagat ttcgactccg tcgaagaaac cgatctggcc ctggtgattg gcgcaaatcc 3720

gaccgacggt cacccggtgt ttgcgagtcg tctgcgtaaa cgtctgcgtg ccggtgcaaa 3780

actgattgtc gtggatccgc gtcgcatcga cctgctgaac accccgcatc gtggcgaagc 3840

atggcacctg cagctgaaac cgggtacgaa tgtcgcagtg atgaccgcaa tggctcatgt 3900

tattgtcacc gaacaaatct ttgataaacg tttcatcggt gaccgctgcg attgggacga 3960

atgggcggat tatgccgaat tcgtggcgaa cccggaatac gcaccggaag ctgtcgaaag 4020

cctgaccggc gtgccggctg gtctgctgcg tcaggcggca cgtgcctatg ctgccgcacc 4080

gaatgcagct atttattacg gcctgggtgt gaccgaacac agccaaggct ctaccacggt 4140

tattgcgatc gccaacctgg ccatgatgac cggcaatatc ggtcgtccgg gcgtgggtgt 4200

taacccgctg cgtggtcaga acaatgtgca aggcagctgt gatatgggtt cttttccgca 4260

tgaattcccg ggttatcgcc acgttagtga tgacgcgacc cgtggcctgt ttgaacgcac 4320

gtggggtgtg accctgtcat cggaaccggg cctgcgtatt ccgaatatgc tggatgcggc 4380

cgttgaaggc cgcttcaaag cgctgtatgt ccagggtgaa gacattctgc aatcagatcc 4440

ggacacccgt catgtttcgg ccggtctggc agctatggat ctggtcatcg tgcatgacct 4500

gtttctgaac gaaacggcga attacgccca cgtgtttctg ccgggctcca ccttcctgga 4560

aaaagatggt acctttacga acgcggaacg tcgcattaat cgcgttcgtc gcgtcatggc 4620

accgaaagct ggtttcgcgg attgggaagt gacgcagatg ctggcaaacg ctctgggcgc 4680

tggttggcat tatacccacc cgtcagaaat tatggcggaa attgccgcaa ccacgccggg 4740

ttttgcagct gtcacctacg aaatgctgga tgcacgtggt tcagtgcagt ggccgtgcaa 4800

tgaaaaagcg ccggaaggct cgccgattat gcatgtcgaa ggttttgtgc gcggcaaagg 4860

tcgtttcatc cgcaccgcgt atctgccgac ggatgaaaaa accggtccgc gtttcccgct 4920

gctgctgacc acgggccgca ttctgagcca gtacaacgtt ggtgcccaaa cccgtcgcac 4980

ggaaaatacc gtctggcatg gtgaagatcg cctggaaatt cacccgacgg acgcagaaac 5040

ccgtggcatc cgcgatggtg attgggttcg tctggccagc cgtgcaggtg aaaccaccct 5100

gcgtgcaacc gttacggatc gcgtctctcc gggtgttgtc tataccacgt ttcatcaccc 5160

ggacacccag gcgaacgtgg ttaccacgga tacgtctgac tgggctacca attgtccgga 5220

atacaaagtg accgcggttc aagtcgcggc cagtaatggc ccgtccgatt ggcaacagga 5280

ctatgcggca caagcagcag cagcccgtcg tattgaagca gcagaatgaa tattaaagag 5340

gtatatatta atgtccctgc cggctggtgc tgttacggtt ccgctgccgg gtggtgctcg 5400

tgctgttctg gccgaagaag ttccggtggc gctggtcttc gacggcgtta cccaggcagt 5460

gatgatggcg agcccggtgg atctggaaga ctttctgctg ggttttgcac tgaccgaagg 5520

catgattgcg gatcgtgctg aactgctgcg tcatgaagtg gttcgccagc cgcaaggtat 5580

tgaactgcgc ggttggctgg ctgcaccggc cggccagcgt tttgcggcac gccgtcgtgc 5640

gatggcaggc ccggttggtt gtggcctgtg tggtctggat agcctggcag cggttctgcg 5700

tccgctgccg cgtgcaccgc gcggcggtgc gccgccgccg ctggcggatg gtgctctggc 5760

ggcactgcgc gcgggccaaa gcctgcagga tgcagtgcgt agcgttcatg cagcgggctt 5820

ttgggatggc gcgcagatgc gtgccctgcg tgaagatgtt ggccgtcata atgcgctgga 5880

taaactggcg ggcgctctgg caggccaggg tatcgatgct gcggcaggtg cactggtgct 5940

gacctcacgt ctgtccgttg atctggtgca aaaagcagcg atgattggcg cgcgtgtgct 6000

gattgcgccg tctgcaccga ccgctctggc ggtcgcagaa gcgcaggcag ccggcctggc 6060

actgattgcc cgtggcccgg atggtccgac gctgtacacc gaaaccgaag cagaatgaat 6120

attaaagagg tatatattaa tgagtgacga caaaattatc cgtatggcaa atcaaatcgc 6180

tgcgttcttc gccgttcaac cgggtgaccg tgcgggtccg gtggcagcgc atattagcga 6240

aaactggtct gcaccgatgc gtgccgcact gctggcgcac gtggcagctc agagtccggg 6300

tctggatccg ctggttatcg cagcagcacc gcaaattcgt ccggttccgg cgtgagagct 6360

cgagatctgc agctggtacc atatgggaat tcgaagcttg gctgttttgg cggatgagag 6420

aagattttca gcctgataca gattaaatca gaacgcagaa gcggtctgat aaaacagaat 6480

ttgcctggcg gcagtagcgc ggtggtccca cctgacccca tgccgaactc agaagtgaaa 6540

cgccgtagcg ccgatggtag tgtggggtct ccccatgcga gagtagggaa ctgccaggca 6600

tcaaataaaa cgaaaggctc agtcgaaaga ctgggccttt cgttttatct gttgtttgtc 6660
ggtgaacgct ctcctgagta ggacaaatcc gccgggagcg gatttgaacg ttgcgaagca 6720
acggcccgga gggtggcggg caggacgccc gccataaact gccaggcatc aaattaagca 6780
gaaggccatc ctgacggatg gccttttttgc gtttctacaa actctttttg tttatttttc 6840
taaatacatt caaatatgta tccgctcatg agacaataac cctgataaat gcttcaataa 6900
tattgaaaaa ggaagagtat gagtattcaa catttccgtg tcgcccttat tccctttttt 6960
gcggcatttt gccttcctgt ttttgctcac ccagaaacgc tggtgaaagt aaaagatgct 7020

gaagatcagt tgggtgcacg agtgggttac atcgaactgg atctcaacag cggtaagatc 7080
cttgagagtt ttcgccccga agaacgtttt ccaatgatga gcacttttaa agttctgcta 7140
tgtggcgcgg tattatcccg tgttgacgcc gggcaagagc aactcggtcg ccgcatacac 7200
tattctcaga atgacttggt tgagtactca ccagtcacag aaaagcatct tacggatggc 7260
atgacagtaa gagaattatg cagtgctgcc ataaccatga gtgataacac tgcggccaac 7320
ttacttctga caacgatcgg aggaccgaag gagctaaccg ctttttgca caacatgggg 7380
gatcatgtaa ctcgccttga tcgttgggaa ccggagctga atgaagccat accaaacgac 7440

gagcgtgaca ccacgatgcc tgtagcaatg gcaacaacgt tgcgcaaact attaactggc 7500
gaactactta ctctagcttc ccggcaacaa ttaatagact ggatggaggc ggataaagtt 7560
gcaggaccac ttctgcgctc ggcccttccg gctggctggt ttattgctga taaatctgga 7620
gccggtgagc gtgggtctcg cggtatcatt gcagcactgg ggccagatgg taagccctcc 7680
cgtatcgtag ttatctacac gacggggagt caggcaacta tggatgaacg aaatagacag 7740
atcgctgaga taggtgcctc actgattaag cattggtaac tgtcagacca agtttactca 7800
tatatacttt agattgattt aaaacttcat ttttaattta aaaggatcta ggtgaagatc 7860

ctttttgata atctcatgac caaaatccct taacgtgagt tttcgttcca ctgagcgtca 7920
gaccccgtag aaaagatcaa aggatcttct tgagatcctt tttttctgcg cgtaatctgc 7980
tgcttgcaaa caaaaaaacc accgctacca gcggtggttt gtttgccgga tcaagagcta 8040
ccaactcttt ttccgaaggt aactggcttc agcagagcgc agataccaaa tactgtcctt 8100
ctagtgtagc cgtagttagg ccaccacttc aagaactctg tagcaccgcc tacatacctc 8160
gctctgctaa tcctgttacc agtggctgct gccagtggcg ataagtcgtg tcttaccggg 8220
ttggactcaa gacgatagtt accggataag gcgcagcggt cgggctgaac gggggttcg 8280

tgcacacagc ccagcttgga gcgaacgacc tacaccgaac tgagatacct acagcgtgag 8340

ctatgagaaa gcgccacgct tcccgaaggg agaaaggcgg acaggtatcc ggtaagcggc 8400

agggtcggaa caggagagcg cacgagggag cttccagggg gaaacgcctg gtatctttat 8460

agtcctgtcg ggtttcgcca cctctgactt gagcgtcgat ttttgtgatg ctcgtcaggg 8520

gggcggagcc tatggaaaaa cgccagcaac gcggcctttt tacggttcct ggccttttgc 8580

tggccttttg ctcacatgtt ctttcctgcg ttatcccctg attctgtgga taaccgtatt 8640

accgcctttg agtgagctga taccgctcgc cgcagccgaa cgaccgagcg cagcgagtca 8700

gtgagcgagg aagcggaaga gcgcctgatg cggtattttc tccttacgca tctgtgcggt 8760

atttcacacc gcatatggtg cactctcagt acaatctgct ctgatgccgc atagttaagc 8820

cagtatacac tccgctatcg ctacgtgact gggtcatggc tgcgccccga cacccgccaa 8880

cacccgctga cgcgccctga cgggcttgtc tgctcccggc atccgcttac agacaagctg 8940

tgaccgtctc cgggagctgc atgtgtcaga ggttttcacc gtcatcaccg aaacgcgcga 9000

ggcagcagat caattcgcgc gcgaaggcga agcggcatgc atttacgttg acaccatcga 9060

atggtgcaaa acctttcgcg gtatggcatg atagcgcccg gaagagagtc aattcagggt 9120

ggtgaatgtg aaaccagtaa cgttatacga tgtcgcagag tatgccggtg tctcttatca 9180

gaccgtttcc cgcgtggtga accaggccag ccacgtttct gcgaaaacgc gggaaaaagt 9240

ggaagcggcg atggcggagc tgaattacat tcccaaccgc gtggcacaac aactggcggg 9300

caaacagtcg ttgctgattg gcgttgccac ctccagtctg gccctgcacg cgccgtcgca 9360

aattgtcgcg gcgattaaat ctcgcgccga tcaactgggt gccagcgtgg tggtgtcgat 9420

ggtagaacga agcggcgtcg aagcctgtaa agcggcggtg cacaatcttc tcgcgcaacg 9480

cgtcagtggg ctgatcatta actatccgct ggatgaccag gatgccattg ctgtggaagc 9540

tgcctgcact aatgttccgg cgttatttct tgatgtctct gaccagacac ccatcaacag 9600

tattattttc tcccatgaag acggtacgcg actgggcgtg gagcatctgg tcgcattggg 9660

tcaccagcaa atcgcgctgt tagcgggccc attaagttct gtctcggcgc gtctgcgtct 9720

ggctggctgg cataaatatc tcactcgcaa tcaaattcag ccgatagcgg aacgggaagg 9780

cgactggagt gccatgtccg gttttcaaca aaccatgcaa atgctgaatg agggcatcgt 9840

tcccactgcg atgctggttg ccaacgatca gatggcgctg ggcgcaatgc gcgccattac 9900

cgagtccggg ctgcgcgttg gtgcggatat ctcggtagtg ggatacgacg ataccgaaga 9960

cagctcatgt tatatcccgc cgtcaaccac catcaaacag gattttcgcc tgctggggca 10020

aaccagcgtg gaccgcttgc tgcaactctc tcagggccag gcggtgaagg gcaatcagct 10080

gttgcccgtc tcactggtga aaagaaaaac caccctggcg cccaatacgc aaaccgcctc 10140

tccccgcgcg ttggccgatt cattaatgca gctggcacga caggtttccc gactggaaag 10200

cgggcagtga gcgcaacgca attaatgtga gttagcgcga attgatctg 10249