



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월15일
(11) 등록번호 10-1640325
(24) 등록일자 2016년07월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C12N 1/21 (2006.01) C12N 15/52 (2006.01)
C12P 7/16 (2006.01) C12R 1/145 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7000771(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년09월29일
심사청구일자 2014년01월10일
- (85) 번역문제출일자 2014년01월10일
- (65) 공개번호 10-2014-0012212
- (43) 공개일자 2014년01월29일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7012815
원출원일자(국제) 2011년09월29일
심사청구일자 2013년05월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/NZ2011/000203
- (87) 국제공개번호 WO 2012/053905
국제공개일자 2012년04월26일
- (30) 우선권주장
13/049,263 2011년03월16일 미국(US)
61/405,871 2010년10월22일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
PNAS Vol.107(29):13087-13092(2010. 07. 20.)*
PLoS ONE, 2010.09.27
US20100151543 A1
KR1020090117739 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
란자테크 뉴질랜드 리미티드
뉴질랜드 오클랜드 오네호가 오네호가 물 239 제
이피씨 어소시에이츠 내
- (72) 발명자
렉케 미카엘
뉴질랜드 1052 오클랜드 파넬 발포어 로드 24 란
자테크 뉴질랜드 리미티드 내
류 풍민
뉴질랜드 1052 오클랜드 파넬 발포어 로드 24 란
자테크 뉴질랜드 리미티드 내
심슨 선
뉴질랜드 1052 오클랜드 파넬 발포어 로드 24 란
자테크 뉴질랜드 리미티드
- (74) 대리인
김진희

전체 청구항 수 : 총 10 항

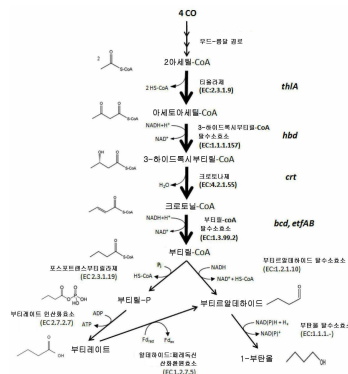
심사관 : 안규정

(54) 발명의 명칭 **제조합 미생물에 의한 일산화탄소로부터 부탄올의 제조**

(57) 요약

본 발명은 특히, CO를 사용하여 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성할 수 있는 유전적으로 변형된 신규 미생물, 신규 메틸전달효소 및 이를 코딩하는 핵산, 상기 신규 메틸전달효소를 사용하여 유전적으로 변형된 미생물을 제조하는 방법, 및 미생물 발효를 통해 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

전자 전달 플라보단백질, 티올라제(thiolase), 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소(dehydrogenase), 크로토나제(crotonase)/크로토닐-CoA 수화효소(hydratase) 및 부티릴-CoA 탈수소효소를 코딩하는 외인성 핵산을 포함하고, 이작용성 부티르알데하이드/부탄올 탈수소효소를 코딩하는 외인성 핵산을 포함하지 않고, 주 발효 생성물로서 1-부탄올을 생성하며, 클로스트리디움 오토에타노게눔(*Clostridium autoethanogenum*), 클로스트리디움 룡달리이(*Clostridium ljungdahlii*), 클로스트리디움 라그스달레이(*Clostridium ragsdalei*), 클로스트리디움 카복시디보란스(*Clostridium carboxidivorans*), 클로스트리디움 드라케이(*Clostridium drakei*), 클로스트리디움 스카톨로게네스(*Clostridium scatologenes*), 클로스트리디움 아세티쿰(*Clostridium aceticum*), 클로스트리디움 포르미코아세티쿰(*Clostridium formicoaceticum*), 클로스트리디움 코스카티이(*Clostridium coskatii*)로 구성된 군으로부터 선택되는 초산생성(acetogenic) 재조합 미생물.

청구항 2

제1항에 있어서, CO를 포함하는 가스 기질로부터의 발효를 통해 발효액의 ℓ 당 0.075 g 초과 또는 1 mM 초과 농도로 1-부탄올을 생성할 수 있는 초산생성 재조합 미생물.

청구항 3

제1항에 있어서, 전자 전달 플라보단백질이 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 초산생성 재조합 미생물.

청구항 4

제1항에 있어서, 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소(kinase), 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소(oxidoreductase) 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 추가로 포함하는 초산생성 재조합 미생물.

청구항 5

제1항에 있어서, 수탁번호 DSM23693 하에 DSMZ에 기탁된 클로스트리디움 오토에타노게눔인 초산생성 재조합 미생물.

청구항 6

수탁번호 DSM24138 하에 DSMZ에 기탁된 클로스트리디움 오토에타노게눔.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 재조합 미생물을 사용하여 CO를 포함하는 가스 기질의 미생물 발효를 통해 1-부탄올을 제조하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 가스 기질이 제철소(steel mill) 폐가스 스트림 또는 합성가스 스트림인 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 1-부탄올이 발효액의 ℓ 당 0.075 g (g/ℓ) 내지 20 g/ℓ 의 수율로 제조되는 것인 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 가스 기질이 적어도 20 내지 100 부피%의 CO, 20 내지 70 부피%의 CO, 30 내지 60 부피%의 CO, 또는 40 내지 55 부피%의 CO를 포함하는 것인 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미생물 발효를 통해 바이오연료를 제조하는 방법, 및 이러한 방법에서 사용하기에 적합한 유전적으로 변형된 미생물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 부탄올은 전세계에서 연간 450만 내지 550만 톤의 양으로 생산되는, 광범위한 산업적 용도를 갖는 중요한 벌크 화학물질이다. 부탄올은 (코팅제, 플라스틱, 직물, 접착제 등에서 사용되는) 아크릴레이트 및 메타크릴레이트 에스테르, 글리콜 에테르(코팅제, 전자제품) 및 부틸 아세테이트(페인트, 잉크, 코팅제, 합성 과일 방향제)의 제조를 위한 전구체로서 사용될 뿐만 아니라 부틸아민(살충제 및 약제의 제조) 및 아민 수지의 제조를 위한 전구체로서도 사용된다. 또한, 부탄올은 (잉크, 염료 등에서) 용매 및 (약물 및 천연 물질, 예컨대, 알칼로이드, 향생제, 호르몬 및 비타민의 제조를 위한) 추출체로서 직접적으로 사용되고 제빙액, 화장품 및 크로마토그래피에서 직접적으로 사용된다.

[0003] 또한, 부탄올은 제2 세대 바이오연료로서 잠재력을 갖고, 이러한 면에서 바이오부탄올로서 지칭된다(Kopke & Durre, 2010). 부탄올은 가솔린과 유사한 성질 및 에탄올보다 더 우수한 성질을 갖는다. 구체적으로, 부탄올은 보다 높은 에너지 밀도로 인해 증가된 연비를 갖고, 임의의 농도로 가솔린과 혼합될 수 있고(반면, 에탄올은 85%까지만 블렌딩될 수 있음), 흡습성 또는 부식성을 갖지 않는다.

[0004] 수송용 바이오연료는 주목받는 가솔린 대체물이고 저농도 블렌드로서 연료 시장을 빠르게 침투하고 있다. 천연 식물 공급원으로부터 유래된 바이오연료는 화석 자원으로부터 유래된 연료(예컨대, 가솔린)보다 더 환경친화적으로 지속가능하므로, 그들의 사용은 연료 연소의 결과로서 대기 내로 방출되는 소위 화석 이산화탄소(CO₂) 가스 수준의 감소를 가능하게 한다. 또한, 바이오연료는 많은 지형에서 국소적으로 생산될 수 있고 수입된 화석 에너지 자원에 대한 의존도를 감소시키는 작용을 할 수 있다.

[0005] 대다수의 바이오연료가 작물로부터 유래된 탄수화물을 주 탄소 공급원으로서 사용하는 전통적인 효모 기제 발효 공정을 통해 생산되고 제1 세대 바이오연료로서 공지되어 있다. 그러나, 이들 작물은 식품을 위해 요구되고, 또한 많은 작물들이 비료의 형태로 높은 농업 자원을 필요로 한다. 이들 한계점은 제1 세대 바이오연료가 지속불가능한 것으로 간주되고 달성될 수 있는 온실 가스 감소가 한정된다는 것을 의미한다. 제2 세대 바이오연료의 목적은 현재 작물 또는 다른 산업 폐기물의 비식품 부분을 지속가능하게 사용하여 온실 가스 방출을 감소시키고 화석 연료에 대한 의존도를 감소시키는 것이다.

[0006] 최근에 1-부탄올 생산은 주로 옥소 합성에 의해 이루어졌다(Weißermel & Arpe, 2003). 원유를 포함하는 석유화학물질은 분해되어 옥소 합성 동안 사용되는 프로필렌을 형성한다. 그러나, 합성 공정은 재생불가능한 자원의 사용을 필요로 할뿐만 아니라 형성된 생성물이 비싸고 비특이적이라는 단점을 갖는다.

[0007] 부탄올은 생물학적 제조 방법을 통해 제조될 수도 있고, 가장 흔한 생물학적 제조 방법은 1913년 이후에 산업적으로 이용되는 아세톤-부탄올-에탄올(ABE) 발효이다(Kopke & Durre, 2010). 이 방법은 원치 않는 부산물인 아세톤을 통상적으로 부탄올의 부피의 약 절반으로 생성함으로써 실질적으로 수율을 감소시킨다. 추가로, 이 발효 방법은 1.5%만큼 낮은 부탄올 농도에서 성장을 거의 완전히 억제하는, 미생물에 대한 부탄올의 독성에 의해 한정된다(Kopke & Durre, 2010). 더욱이, ABE 발효는 옥수수, 전분, 카사바 및 사탕수수로부터의 당을 공급원료로서 사용한다. 이것은 식품보다 오히려 연료의 제조를 위한 경지의 바람직하지 않은 사용을 초래한다. 또한, 이것은 삼림벌채 및 사막화와 관련된 문제점을 악화시킬 수 있다.

[0008] 소수의 유기체들만이 부탄올을 천연적으로 생성할 수 있는 것으로 공지되어 있고, 이들 중 어느 유기체도 풍부한 공급원(예컨대, 일산화탄소 - CO)으로부터 높은 수율로 부탄올을 생성하지 못한다. CO로부터 부탄올을 천연적으로 생성하는 것으로 공지된 2종의 유기체는 부티리박테리움 메틸로트로피쿰(*Butyribacterium methylotrophicum*)(단지 미량의 부탄올을 합성함(Heiskanen et al., 2007)) 및 클로스트리디움 카복시디보란스(*Clostridium carboxidivorans*)(주 발효 생성물인 에탄올 및 아세테이트에 대한 부산물로서 낮은 수율의 1-부탄올을 생성함(Liou et al., 2005))이다.

[0009] 이. 콜라이(*E. coli*), 바실러스 서브틸리스(*Bacillus subtilis*), 사카로마이세스 세레비지애(*Saccharomyces cerevisiae*), 슈도모나스 푸티다(*Pseudomonas putida*) 또는 락토바실러스 브레비스(*Lactobacillus brevis*)를

포함하는 다수의 유기체들이 1-부탄올을 생성하도록 유전적으로 변형되었다. 그러나, 이들 유기체들 모두가 여전히 공급원료로서 당에 의존한다(Kopke & Durre, 2010). 250개 초과 클로스트리디움(Clostridium) 종이 공지되어 있음에도 불구하고, 소수만이 유전적으로 접근가능하다. 클로스트리디아에서 공지된 천연 형질전환능(competence)(세포의 환경으로부터 세포의 DNA의 섭취)이 없기 때문에, 전기형질전환 또는 접합이 형질전환을 위해 이용가능한 유일한 방법이다. 이들 문제점은 클로스트리디아 종을 효과적으로 형질전환시킴에 있어서 상당한 어려움을 제시한다. 대다수의 클로스트리디아가 외래 및 파괴 DNA로부터 보호하기 위한 하나 이상의 제한/메틸화 시스템을 갖는데, 이것은 형질전환이 특히 어렵고 예측불가능하다는 것을 의미한다.

[0010] 본원에서 인용된 공개문헌들의 서지 세부사항은 상세한 설명의 종결 부분에 정리되어 있다.

[0011] 본 발명의 목적은 종래기술의 하나 이상의 단점을 극복하거나 적어도 공지된 기술에 대한 유용한 대안을 공중에게 제공하는 것이다.

발명의 내용

[0012] 발명의 요약

[0013] 본 발명에 따라, 유전적으로 변형된 미생물이 CO를 사용하여 주 발효 생성물로서 1-부탄올 또는 이의 전구체를 생성할 수 있다는 것이 발견되었다.

[0014] 제1 양태에서, 본 발명은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성하는 카복시도트로픽 초산생성(carboxydutrophic acetogenic) 재조합 미생물을 제공한다.

[0015] 관련 양태에서, 본 발명은 CO를 포함하는 기질로부터의 발효를 통해 발효액의 ℓ 당 대략 0.075 g/ℓ 초과 또는 1 mM 초과 농도로 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성할 수 있는 초산생성 재조합 미생물을 제공한다.

[0016] 바람직하게는, 상기 미생물은 부탄올 생합성 경로 내의 하나 이상의 효소를 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다.

[0017] 한 실시양태에서, 상기 하나 이상의 효소는 하기 효소들로 구성된 군으로부터 선택된다:

[0018] 티올라제(Thiolase);

[0019] 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소(dehydrogenase);

[0020] 크로토나제(Crotonase)/크로토닐-CoA 수화효소(hydratase);

[0021] 부티릴-CoA 탈수소효소;

[0022] 전자(electron) 전달 플라보단백질(Flavoprotein) A; 및

[0023] 전자 전달 플라보단백질 B.

[0024] 바람직하게는, 상기 미생물은 상기 하나 이상의 효소를 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.

[0025] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 효소를 코딩하는 상기 하나 이상의 핵산은 서열번호 1 내지 6의 핵산들 또는 이들의 기능적 등가 변이체들로부터 선택된다.

[0026] 바람직하게는, 상기 미생물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 각각을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.

[0027] 바람직하게는, 상기 미생물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 중 하나 이상 또는 바람직하게는 이들 각각을 코딩하는 플라스미드를 포함한다.

[0028] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소 및 부티릴-CoA 탈수소효소 각각을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.

[0029] 바람직하게는, 상기 미생물은 외인성 포스포트랜스아세틸라제(phosphotransacetylase)/아세테이트 인산화효소(kinase) 프로모터를 추가로 포함한다. 바람직하게는, 상기 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다.

- [0030] 바람직하게는, 상기 프로모터는 본원에서 상기 언급된 하나 이상의 효소를 코딩하는 구축물(construct) 상에 함유되어 있다.
- [0031] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 하기 효소들로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 효소를 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다:
- [0032] 포스포트랜스부티릴라제(Phosphotransbutyrylase);
- [0033] 부티레이트 인산화효소;
- [0034] 페레독신(ferredoxin) 의존성 알데하이드 산화환원효소(oxidoreductase);
- [0035] 부티르알데하이드 탈수소효소;
- [0036] 부탄올 탈수소효소; 및
- [0037] 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소 및 부탄올 탈수소효소.
- [0038] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다. 바람직하게는, 상기 미생물은 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.
- [0039] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다. 바람직하게는, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다. 구체적인 실시양태에서, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 각각을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다.
- [0040] 한 실시양태에서, 상기 하나 이상의 효소를 코딩하는 상기 하나 이상의 핵산은 하기 표 7 내지 10에 요약되어 있는 핵산들 및 이들의 기능적 등가 변이체들로부터 선택된다.
- [0041] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 부탄올 생합성 경로 내의 효소들 중 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 8개 이상, 9개 이상, 10개 이상, 11개 이상 또는 12개 이상의 효소를 발현하는데 적합한 하나 이상의 핵산을 포함한다.
- [0042] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 티올라제; 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소; 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소; 부티릴-CoA 탈수소효소; 전자 전달 플라보단백질 A; 전자 전달 플라보단백질 B; 및 부티르알데하이드 탈수소효소 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 또는 둘다(또는 이작용성 효소)를 발현하는데 적합한 하나 이상의 핵산을 포함한다.
- [0043] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 티올라제; 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소; 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소; 부티릴-CoA 탈수소효소; 전자 전달 플라보단백질 A; 전자 전달 플라보단백질 B; 및 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 발현하는데 적합한 하나 이상의 핵산을 포함한다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 미생물은 카복시도트로픽 초산생성 세균으로 구성된 군으로부터 선택된다. 일부 실시양태에서, 상기 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔(*Clostridium autoethanogenum*), 클로스트리디움 룽달리이(*Clostridium ljungdahlii*), 클로스트리디움 라그스달레이(*Clostridium ragsdalei*), 클로스트리디움 카복시디보란스(*Clostridium carboxidivorans*), 클로스트리디움 드라케이(*Clostridium drakei*), 클로스트리디움 스카톨로게네스(*Clostridium scatologenes*), 부티리박테리움 리모숨(*Butyribacterium limosum*), 부티리박테리움 메틸로트로피쿰(*Butyribacterium methylotrophicum*), 아세토박테리움 우디이(*Acetobacterium woodii*), 알칼리바쿨룸 박키이(*Alkalibaculum bacchii*), 블라우티아 프로덕타(*Blautia producta*), 유박테리움 리모숨(*Eubacterium limosum*), 모어렐라 씨모아세티카(*Moorella thermoacetica*), 모어렐라 씨마우트로피카(*Moorella thermotrophicum*), 옥소박터 펜니기이(*Oxobacter pfennigii*) 및 씨모애내로박터 키우비(*Thermoanaerobacter kiuvi*)를 포함하는 군으로부터 선택된다.
- [0045] 바람직하게는, 상기 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693이다.

- [0046] 한 실시양태에서, 본 발명의 재조합 미생물은 수탁번호 DSM24138 하에 DSMZ(Deutsche Sammlung fuer Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, 독일 브라운슈베이크 소재)에 기탁된 미생물의 동정 특성(defining characteristics)을 갖는다.
- [0047] 제2 양태에서, 본 발명은 서열번호 27의 뉴클레오티드 서열 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 재조합 메틸 전달효소 유전자를 제공한다.
- [0048] 제3 양태에서, 본 발명은 서열번호 28 또는 이의 기능적 등가 아미노산 변이체에 따른 메틸전달효소를 제공한다.
- [0049] 관련 양태에서, 본 발명은 제2 양태에 따른 메틸전달효소 유전자를 포함하는 재조합 미생물을 제공한다. 상기 메틸전달효소 유전자는 핵산 구축물 상에 존재할 수 있거나 상기 미생물의 게놈 내에 통합될 수 있다.
- [0050] 제4 양태에서, 본 발명은 임의의 순서로 서열번호 1 내지 6 또는 이들의 기능적 등가 변이체들을 포함하는 핵산을 제공한다.
- [0051] 바람직하게는, 상기 핵산은 도 2에 제시된 순서로 서열번호 1 내지 6을 포함한다.
- [0052] 바람직하게는, 상기 핵산은 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터를 추가로 포함한다. 바람직하게는, 상기 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다.
- [0053] 제5 양태에서, 본 발명은 하나 이상의 핵산 서열을 포함하는 발현 구축물로서, 초산생성 미생물에서 발현되었을 때 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성하는 발현 구축물을 제공한다.
- [0054] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 핵산 서열은 1-부탄올 생합성 경로의 부분인 하나 이상의 효소를 코딩한다.
- [0055] 바람직하게는, 상기 핵산은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및/또는 전자 전달 플라보단백질 B를 코딩하는 핵산들로부터 선택된다.
- [0056] 바람직하게는, 상기 하나 이상의 핵산 서열은 서열번호 1 내지 6 또는 이들의 기능적 등가 변이체들로부터 선택된다.
- [0057] 한 실시양태에서, 상기 핵산은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소, 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소를 코딩하는 핵산으로부터 추가로 선택된다.
- [0058] 한 실시양태에서, 상기 핵산은 하기 표 7 내지 10에 요약된 핵산들 및 이들의 기능적 등가 변이체들로 구성된 군으로부터 선택된다.
- [0059] 한 실시양태에서, 상기 발현 구축물은 부탄올 생합성 경로 내의 효소들 중 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 8개 이상, 9개 이상, 10개 이상, 11개 이상 또는 12개 이상의 효소를 코딩한다.
- [0060] 바람직하게는, 상기 발현 구축물은 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 오페론 프로모터를 추가로 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물은 또 다른 고도 활성 프로모터, 예컨대, 피루베이트:페레독신 산화환원효소(서열번호 48), 우드-룽달(Wood-Ljungdahl) 유전자 클러스터(서열번호 47), Rnf 오페론(서열번호 49) 또는 ATP 합성효소(synthase) 오페론(서열번호 50)을 포함한다. 바람직하게는, 상기 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 오페론 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다.
- [0061] 제6 양태에서, 본 발명은 본원에 기재된 바와 같은 메틸전달효소 유전자를 포함하는 메틸화 구축물을 제공한다.
- [0062] 제7 양태에서, 본 발명은 제5 양태의 발현 구축물 및 제6 양태의 메틸화 구축물을 포함하는 조성물을 제공한다.
- [0063] 바람직하게는, 상기 조성물은 주(main) 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성하는 재조합 미생물을 생성할 수 있다.
- [0064] 제8 양태에서, 본 발명은
- [0065] a. (i) 발현 구축물 및 (ii) 메틸전달효소 유전자를 포함하는 제6 양태에 따른 메틸화 구축물을 셔틀(shuttle) 미생물 내로 도입하는 단계;
- [0066] b. 상기 메틸전달효소 유전자를 발현시키는 단계;
- [0067] c. 상기 셔틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 분리하는 단계; 및

- [0068] d. 적어도 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0069] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0070] 한 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 항시적이다. 또 다른 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 유도된다.
- [0071] 한 실시양태에서, 상기 메틸화 구축물 및 상기 발현 구축물 둘다가 단계 c에서 단리된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물은 단계 c에서 단리된다.
- [0072] 한 실시양태에서, 상기 발현 구축물만이 상기 목적 미생물 내로 도입된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물 및 상기 메틸화 구축물 둘다가 상기 목적 미생물 내로 도입된다.
- [0073] 바람직하게는, 상기 발현 구축물은 제5 양태에서 정의된 바와 같다.
- [0074] 바람직하게는, 상기 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0075] 관련 양태에서, 본 발명은
- [0076] a. 시험관 내에서 발현 구축물을 서열번호 28 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소로 메틸화시키는 단계; 및
- [0077] b. 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0078] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0079] 바람직하게는, 상기 발현 구축물은 제5 양태에서 정의된 바와 같다.
- [0080] 바람직하게는, 상기 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0081] 바람직하게는, 상기 메틸전달효소는 미생물에서 메틸전달효소 유전자, 바람직하게는 서열번호 27 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소 유전자를 발현시키고 메틸전달효소를 단리함으로써 생성된다.
- [0082] 추가 관련 양태에서, 본 발명은
- [0083] a. 메틸전달효소 유전자, 바람직하게는 서열번호 27 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소 유전자를 서틀 미생물의 게놈 내로 도입하는 단계;
- [0084] b. 발현 구축물을 상기 서틀 미생물 내로 도입하는 단계;
- [0085] c. 상기 서틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 단리하는 단계; 및
- [0086] d. 적어도 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0087] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0088] 바람직하게는, 상기 발현 구축물은 제5 양태에서 정의된 바와 같다.
- [0089] 바람직하게는, 상기 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0090] 추가 관련 양태에서, 본 발명은
- [0091] a. 시험관 내에서 제5 양태에 따른 발현 구축물을 메틸전달효소로 메틸화시키는 단계; 및
- [0092] b. 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0093] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법을 제공한다.
- [0094] 바람직하게는, 상기 메틸전달효소는 제2 양태에서 정의된 바와 같은 메틸전달효소 유전자에 의해 코딩되거나 제3 양태에서 정의된 바와 같은 메틸전달효소이다.
- [0095] 바람직하게는, 상기 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0096] 제9 양태에서, 본 발명은

- [0097] a. (i) 제5 양태에 따른 발현 구축물 및 (ii) 메틸전달효소 유전자를 포함하는 메틸화 구축물을 서틀 미생물 내로 도입하는 단계;
- [0098] b. 상기 메틸전달효소 유전자를 발현시키는 단계;
- [0099] c. 상기 서틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 분리하는 단계; 및
- [0100] d. 적어도 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0101] 를 포함하는 제조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0102] 한 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 항시적이다. 또 다른 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 유도된다.
- [0103] 한 실시양태에서, 상기 메틸화 구축물 및 상기 발현 구축물 둘다가 단계 c에서 분리된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물이 단계 c에서 분리된다.
- [0104] 한 실시양태에서, 상기 발현 구축물만이 상기 목적 미생물 내로 도입된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물 및 상기 메틸화 구축물 둘다가 상기 목적 미생물 내로 도입된다.
- [0105] 바람직하게는, 상기 제조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0106] 제10 양태에서, 본 발명은
- [0107] a. (i) 발현 구축물 및 (ii) 메틸전달효소 유전자를 포함하는 메틸화 구축물을 서틀 미생물 내로 도입하는 단계;
- [0108] b. 상기 메틸전달효소 유전자를 발현시키는 단계;
- [0109] c. 상기 서틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 분리하는 단계; 및
- [0110] d. 적어도 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0111] 를 포함하는, 주 발효 생성물로서 1-부탄올 또는 이의 전구체를 생성하는 제조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0112] 한 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 항시적이다. 또 다른 실시양태에서, 단계 b에서 메틸전달효소 유전자의 발현은 유도된다.
- [0113] 한 실시양태에서, 상기 메틸화 구축물 및 상기 발현 구축물 둘다가 단계 c에서 분리된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물이 단계 c에서 분리된다.
- [0114] 한 실시양태에서, 상기 발현 구축물만이 상기 목적 미생물 내로 도입된다. 또 다른 실시양태에서, 상기 발현 구축물 및 상기 메틸화 구축물 둘다가 상기 목적 미생물 내로 도입된다.
- [0115] 바람직하게는, 상기 발현 구축물은 제5 양태에서 정의된 바와 같다.
- [0116] 바람직하게는, 상기 메틸화 구축물은 제6 양태에서 정의된 바와 같다.
- [0117] 제11 양태에서, 본 발명은 제조합 미생물을 사용하여 기질을 발효시키는 단계를 포함하는 미생물 발효를 통한 1-부탄올 및/또는 이의 전구체의 제조 방법을 제공한다.
- [0118] 바람직하게는, 1-부탄올 및/또는 이의 전구체는 주 발효 생성물이다.
- [0119] 바람직하게는, 상기 제조합 미생물은 제8 양태 내지 제10 양태 중 어느 한 양태에서 기재된 바와 같다.
- [0120] 바람직하게는, 1-부탄올 및/또는 이의 전구체는 발효액의 l 당 대략 0.075 g/g 내지 대략 20 g/g 의 수율로 생성된다. 한 실시양태에서, 상기 수율은 대략 0.15 g/g 내지 대략 1.54 g/g 이다. 다른 실시양태에서, 상기 수율은 대략 10 g/g , 대략 5 g/g 또는 대략 2 g/g 이다. 바람직하게는, 1-부탄올의 수율은 부탄올이 주변 배지에 대한 독성을 나타내게 되는 한계 이하이다.
- [0121] 바람직하게는, 상기 기질은 CO를 포함한다. 바람직하게는, 상기 기질은 CO를 포함하는 가스 기질이다. 한 실시양태에서, 상기 기질은 산업 폐가스를 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 가스는 제철소(steel mill) 폐가스

또는 합성가스이다.

- [0122] 한 실시양태에서, 상기 기질은 전형적으로 상당한 비율(major proportion)의 CO, 예컨대, 적어도 약 20 내지 약 100 부피%의 CO, 20 내지 70 부피%의 CO, 30 내지 60 부피%의 CO, 또는 40 내지 55 부피%의 CO를 함유할 것이다. 구체적인 실시양태에서, 상기 기질은 부피를 기준으로 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55% 또는 약 60%의 CO를 포함한다.
- [0123] 상기 기질이 임의의 수소를 함유할 필요는 없지만, H₂의 존재는 본 발명의 방법에 따른 생성물 형성에 유해하지 않아야 한다. 구체적인 실시양태에서, 수소의 존재는 알코올 생성의 전체 효율을 개선시킨다. 예를 들면, 구체적인 실시양태에서, 상기 기질은 대략 2:1, 1:1 또는 1:2 비의 H₂:CO를 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 상기 기질은 약 30 부피% 이하의 H₂, 20 부피% 이하의 H₂, 약 15 부피% 이하의 H₂ 또는 약 10 부피% 이하의 H₂를 포함한다. 다른 실시양태에서, 상기 기질은 저농도의 H₂, 예를 들면, 5% 미만, 4% 미만, 3% 미만, 2% 미만 또는 1% 미만의 H₂를 포함하거나 수소를 실질적으로 포함하지 않는다. 상기 기질은 약간의 CO₂, 예를 들면, 약 1 내지 약 80 부피%의 CO₂ 또는 1 내지 약 30 부피%의 CO₂를 함유할 수도 있다.
- [0124] 바람직하게는, 이전 양태들 중 임의의 양태의 방법에 의해 제조된 전구체는 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소의 존재 하에서 1-부탄올로 전환된다.
- [0125] 바람직하게는, 상기 미생물은 외인성 핵산의 도입 전 및 후에 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소를 생성한다.
- [0126] 바람직하게는, 이전 양태들 중 임의의 양태의 방법에 의해 제조된 전구체는 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및/또는 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소의 존재 하에서 1-부탄올로 전환된다.
- [0127] 바람직하게는, 상기 미생물은 외인성 핵산의 도입 전 및 후에 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및/또는 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소를 생성한다.
- [0128] 제12 양태에서, 본 발명은 제11 양태의 방법에 의해 제조된 1-부탄올 또는 이의 전구체를 제공한다.
- [0129] 제13 양태에서, 본 발명은 본원에서 정의된 바와 같은 메틸화 구축물을 포함하는 서틀 미생물을 제공한다.
- [0130] 바람직하게는, 상기 서틀 미생물은 본원에서 정의된 바와 같은 발현 구축물을 추가로 포함한다.
- [0131] 바람직하게는, 상기 서틀 미생물은 이. 콜라이, 바실러스 서브틸리스 또는 락토코커스 락티스(*Lactococcus lactis*)이다.
- [0132] 바람직하게는, 이전 양태들 중 임의의 양태의 메틸화 구축물은 *lac* 프로모터 및 메틸전달효소 유전자를 포함하고 이소프로필-β-D-티오-갈락토사이드(IPTG)에 의해 유도된다. 메틸전달효소의 발현은 다른 유도성 프로모터 시스템, 예컨대, *ara*, *tet* 또는 T7에 의해 조절될 수도 있다.
- [0133] 제14 양태에서, 본 발명은 서열번호 8 내지 13으로 구성된 군으로부터 선택된 서열을 갖는 핵산을 제공한다.
- [0134] 제15 양태에서, 본 발명은 서열번호 16 내지 23으로 구성된 군으로부터 선택된 서열을 갖는 핵산을 제공한다.
- [0135] 제16 양태에서, 본 발명은 서열번호 7의 핵산 서열 또는 이의 기능적 등가 변이체를 포함하는 핵산; 이 핵산을 포함하는 핵산 구축물 또는 벡터; 및 상기 핵산, 또는 핵산 구축물 또는 벡터를 포함하는 미생물을 제공한다.
- [0136] 제17 양태에서, 본 발명은 서열번호 28에 따른 메틸전달효소를 코딩하는 핵산을 제공한다.
- [0137] 제18 양태에서, 본 발명은 하기 표 7 내지 10에 나열된 폴리펩티드들 및 이들 중 어느 하나 이상의 기능적 등가 변이체들로 구성된 군으로부터 선택된 폴리펩티드의 아미노산 서열을 갖는 폴리펩티드를 코딩하는 핵산을 포함하는 핵산을 제공한다.
- [0138] 제19 양태에서, 본 발명은 하기 표 7 내지 10에 나열된 핵산들 및 이들 중 어느 하나 이상의 기능적 등가 변이체들로 구성된 군으로부터 선택된 핵산을 포함하는 핵산을 제공한다.
- [0139] 제20 양태에서, 본 발명은 본 발명의 제18 또는 제19 양태의 핵산을 포함하는 구축물 및 미생물을 제공한다.

- [0140] 제21 양태에서, 본 발명은 서열번호 32 내지 38 및 서열번호 123 내지 135로 구성된 군으로부터 선택된 서열을 갖는 핵산을 제공한다.
- [0141] 제22 양태에서, 본 발명은 하기 표 7 내지 10에 나열된 폴리펩티드들 및 이들 중 어느 하나 이상의 기능적 등가 변이체들로 구성된 군으로부터 선택된 폴리펩티드의 아미노산 서열을 포함하는 폴리펩티드를 제공한다.
- [0142] 본 발명은 본원의 명세서에서 개별적으로 또는 집합적으로 언급되거나 기재된 부분들, 구성요소들 및 특징들 중 둘 이상의 임의의 또는 모든 조합으로 상기 부분들, 구성요소들 및 특징들로 구성되는 것으로 넓게 기재될 수도 있고, 본 발명과 관련된 분야에서 공지된 등가물을 갖는 특정 정수가 본원에서 언급되는 경우 이러한 공지된 등가물은 개별적으로 기재되는 것처럼 본원에 도입되는 것으로 간주된다.

도면의 간단한 설명

- [0143] 모든 그의 신규 양태에서 고려되어야 하는 본 발명의 이들 양태 및 다른 양태는 첨부된 도면과 관련하여 단지 예로서 제공된 하기 설명으로부터 명백해질 것이다:
- 도 1은 CO로부터의 부탄을 생합성 경로를 보여준다.
- 도 2는 1-부탄을 생합성에 관여하는 유전자를 코딩하는 예시적 발현 플라스미드를 보여준다.
- 도 3은 발현 플라스미드 상에서 발견된 1-부탄을 생합성 유전자가 돌연변이를 갖지 않는다는 것을 입증하는 pMTL85245-thlA-crt-hbd의 서열분석 결과를 보여준다.
- 도 4a-4h는 클로스트리디움 오토에타노게눔(CAU), 클로스트리디움 룡달리이(CLJ), 클로스트리디움 라그스달레이(CRA) 및 디자인된 메틸전달효소(DMT) 유전자의 뉴클레오타이드 정렬을 보여준다.
- 도 4i는 클로스트리디움 오토에타노게눔(CAU1+2), 클로스트리디움 룡달리이(CLJ) 및 클로스트리디움 라그스달레이(CRA1+2)로부터의 메틸전달효소, 및 디자인된 메틸전달효소(DMT)의 아미노산 정렬을 보여준다.
- 도 5는 본 발명의 예시적 메틸화 플라스미드를 보여준다.
- 도 6은 단리된 플라스미드 DNA의 아가로스 겔 전기영동 이미지를 보여준다. 레인 1, 6, 11, 16, 21 및 26은 100 bp 플러스 DNA 래더를 보여준다. 레인 2 내지 5는 원래의 메틸화된 플라스미드 혼합물을 하기 순서로 주형으로서 사용한 PCR을 보여준다: *ermB*, *ColE1*, *thlA*, *crt*. 레인 7 내지 10, 12 내지 15, 17 내지 20, 22 내지 25 및 27 내지 30은 4개의 상이한 클론들로부터 단리된 플라스미드를 각각 하기 순서로 주형으로서 사용한 PCR을 보여준다: *ermB*, *ColE1*, *thlA*, *crt*. 레인 32 내지 35는 4개의 상이한 클론들로부터의 플라스미드 프랩(preps)을 보여준다. 레인 36은 원래의 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693으로부터의 플라스미드 프랩을 보여준다.
- 도 7은 부탄을 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔을 사용한 1-부탄을 제조를 보여주는 HPLC 결과를 보여준다.
- 도 8은 이중 유전자의 발현에 적절한 프로모터 영역을 확인하기 위해 표준 조건에서 클로스트리디움 오토에타노게눔을 사용한 전형적인 발효 동안 200개 초과 유전자의 발현을 실시간 PCR을 이용하여 분석한 결과를 보여준다.
- 도 9는 서열번호 1, 2 및 3에 대한 서열을 보여준다.
- 도 10은 서열번호 4, 5 및 6에 대한 서열을 보여준다.
- 도 11은 서열번호 7, 47, 48, 49 및 50에 의해 코딩된 프로모터 영역에 대한 서열을 보여준다.
- 도 12는 서열번호 14에 대한 서열을 보여준다.
- 도 13은 서열번호 15에 대한 서열을 보여준다.
- 도 14는 서열번호 24 및 25에 대한 서열을 보여준다.
- 도 15는 서열번호 26에 대한 서열을 보여준다.
- 도 16은 서열번호 27에 대한 서열을 보여준다.
- 도 17은 서열번호 28에 대한 서열을 보여준다.

도 18은 서열번호 29에 대한 서열을 보여준다.

도 19는 클로스트리디움 오토에타노게눔(Y18178, GI:7271109)의 16s rRNA 유전자를 보여준다.

도 20 및 21은 서열번호 31에 대한 서열을 보여준다.

도 22는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 39)을 보여준다.

도 23은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 40)을 보여준다.

도 24는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 41); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 42)을 보여준다.

도 25는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 43); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 44)을 보여준다.

도 26은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 45)을 보여준다.

도 27은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 46); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 119)을 보여준다.

도 28은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 120); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 121)을 보여준다.

도 29는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 122); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 51)을 보여준다.

도 30은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 52); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 53)을 보여준다.

도 31은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 54); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 55)을 보여준다.

도 32는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 56); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 57)을 보여준다.

도 33은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 58); 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 59); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열(서열번호 60)을 보여준다.

도 34는 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 61); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열(서열번호 62)을 보여준다.

도 35는 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 63); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 64)을 보여준다.

도 36은 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 65); 및 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 66)을 보여준다.

도 37은 클로스트리디움 룡달리이의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 67)을 보여준다.

도 38은 클로스트리디움 룡달리이의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 68)을 보여준다.

도 39는 클로스트리디움 룡달리이의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 69)을 보여준다.

도 40은 클로스트리디움 룡달리이의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 70); 및 클로스트리디움 룡달리이의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 71)을 보여준다.

도 41은 클로스트리디움 룡달리이의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 72); 클로스트리디움 룡달리이의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 73); 및 클로스트리디움 룡달리이의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 74)을 보여준다.

도 42는 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 75); 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 76); 및 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 77)을 보여준다.

도 43은 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 78); 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 79); 및 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 80)을 보여준다.

도 44는 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 81); 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 82); 및 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 83)을 보여준다.

도 45는 클로스트리디움 룡달리이의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 84); 클로스트리디움 룡달리이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 85); 클로스트리디움 룡달리이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열(서열번호 86); 및 클로스트리디움 룡달리이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 87)을 보여준다.

도 46은 클로스트리디움 룡달리이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열(서열번호 88); 클로스트리디움 룡달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 89); 및 클로스트리디움 룡달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 90)을 보여준다.

도 47은 클로스트리디움 룡달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 91); 및 클로스트리디움 룡달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 92)을 보여준다.

도 48은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 93)을 보여준다.

도 49는 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 94)을 보여준다.

도 50은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 95)을 보여준다.

도 51은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 96); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 97)을 보여준다.

도 52는 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 98); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 99); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 100)을 보여준다.

도 53은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 101); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 102); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 103)을 보여준다.

도 54는 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 104); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 105); 및 클로스트리디움 라그스

달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 106)을 보여준다.

도 55는 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 107); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 108); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 109)을 보여준다.

도 56은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열(서열번호 110); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 111); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열(서열번호 112); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 113)을 보여준다.

도 57은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열(서열번호 114); 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 115); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 116)을 보여준다.

도 58은 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오티드 서열(서열번호 117); 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열(서열번호 118)을 보여준다.

도 59는 클로스트리디움 룡달리의 16S rRNA 유전자(서열번호 136)(CP001666.1, GI:300433347)를 보여준다.

도 60은 (A) 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 39); (B) 부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 41); (C) 부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 45); (D) 부탄올 탈수소효소(서열번호 53); (E) 부탄올 탈수소효소(서열번호 57); (F) 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소(서열번호 57); (G) 아세테이트/부티레이트 인산화효소(서열번호 59); (H) 알데하이드:페레독신 산화환원효소(서열번호 63); (OI) 알데하이드:페레독신 산화환원효소(서열번호 65)의 유전자 발현 패턴을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0144] 하기 설명은 일반적인 용어로 제공된 본 발명의 설명(이의 바람직한 실시양태를 포함함)이다. 본 발명은 본 발명을 뒷받침하는 실험 데이터, 본 발명의 다양한 양태의 구체적인 예 및 본 발명을 실시하는 수단을 제공하는, 본원에서 표제 "실시예" 하에 제공된 하기 개시내용으로부터 더 설명된다.
- [0145] 특히, 밀접하게 관련된 미생물인 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리 및 클로스트리디움 라그스달레이는 일산화탄소로부터 에탄올을 바이오연료로서 제조하는 데에 유용한 것으로 공지되어 있다. 가스 기질로부터 1-부탄올을 바이오연료로서 제조하기 위해, 이들 유기체들에 대한 보편적인 형질전환 시스템이 개발되었고, 1-부탄올이 CO로부터 주 발효 생성물로서 제조된다는 것이 입증되었다.
- [0146] 본 발명자들은 1-부탄올 생합성 경로(도 1) 내의 단백질을 코딩하는 특정 유전자가 초산생성 미생물 내로 도입되었을 때, 이러한 미생물이 가스 기질을 사용하여 주 발효 생성물로서 1-부탄올 또는 이의 전구체를 생성할 수 있다는 것을 발견하였다. 몇몇 비변형된 미생물들이 1-부탄올을 생성하는 것으로 공지되어 있지만, 이러한 비변형된 미생물에 의해 CO로부터 생성된 1-부탄올의 수율은 매우 낮다. 결과적으로, 가스 기질로부터 바이오연료를 제조함에 있어서 그들의 유용성은 그들의 낮은 효율 및 상업적 실행가능성의 후속 결여로 인해 극도로 한정된다. 클로스트리디움 오토에타노게눔은 에탄올, 아세테이트, 2,3-부탄디올 및 젖산을 천연적으로 생성하지만 1-부탄올을 생성하는 것으로 공지되어 있지 않다.
- [0147] 도 1에 나타난 바와 같이, 우드-룡달 경로는 CO를 아세틸-CoA로 전환시킨다. 이 화합물은 효소 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소, 부티릴-CoA 탈수소효소, 부티르알데하이드 탈수소효소 및 부탄올 탈수소효소의 작용에 의해 초산생성 미생물에서 1-부탄올로 더 전환될 수 있다. 본 발명의 한 구체적인 실시양태에서, 상기 미생물은 서열번호 1 내지 4의 핵산들 또는 이들의 기능적 등가 변이체들에 의해 코딩될 수 있는 상기 처음 4개 효소들을 발현한다. 본 발명은 재조합 핵산에 의해 코딩된 효소 및 천연 발효 효소의 작용에 의한 1-부탄올로의 아세틸-CoA의 전환을 용이하게 하는 미생물을 제공한다. 또한, 본 발명은 우드-룡달 또는 부탄올 생합성 경로 내의 다른 단계에서 효소를 코딩하는 다른 재조합 핵산 서열을 발현하는 미생물의 용도를 제공한다. 본 발명자들은 다수의 신규 효소 및 핵산도 확인하였다.

- [0148] 클로스트리디아에서 공지된 천연 형질전환능(세포의 환경으로부터 세포의 DNA의 섭취)이 없기 때문에, 전기형질 전환 또는 접합이 형질전환을 위해 이용가능한 유일한 방법이다. 이들 문제점은 클로스트리디움 종을 효과적으로 형질전환시킴에 있어서 상당한 어려움을 제시한다. 또한, 클로스트리디아에서 발견된 제한/메틸화 시스템은 외래 및 과거 DNA로부터 보호하고 그들의 유전적 형질전환을 특히 어렵게 한다. 여러 클로스트리디움 균주들(클로스트리디움 아세토부틸리쿰(*C. acetobutylicum*) ATCC824, 클로스트리디움 셀룰로라이티쿰(*C. cellulolyticum*) ATCC35319, 클로스트리디움 보툴리눔(*C. botulinum*) ATCC25765 및 클로스트리디움 디피실(*C. difficile*) CD3 및 CD6)의 형질전환은 DNA가 이. 콜라이의 생체 내에서 메틸화되거나 형질전환 전에 특정한 패턴으로 시험관 내에서 메틸화된 경우에만 가능한 것으로 밝혀졌다(Mermelstein et al., 1993; Herbert et al., 2003; Jennert et al., 2000; Davis et al., 2000). 그러나, 정확한 메틸화 패턴의 확인은 비특이적 엑소뉴클레아제(exonuclease) 등으로 인해 종종 가능하지 않다. 또한, 많은 클로스트리디움 종들이 특정("잘못된") 위치에서 메틸화되는 DNA를 분해하는 제한 시스템도 보유한다.
- [0149] 진술된 주요 문제점들은 본 발명의 재조합 미생물을 개발함에 있어서 본 발명자들에 의해 극복되었다. 천연 초산생성 미생물에 존재하는 천연 발생 제한 장벽(barrier)을 피하기 위해 신규 메틸전달효소 유전자를 포함하는 신규 메틸화 시스템이 개발되었다. 따라서, 본 발명의 메틸화 방법 및 메틸전달효소 유전자는 미생물에서 바람직한 재조합 핵산의 효과적인 도입 및 발현을 방해하는 제한 장벽을 갖는 다수의 상용가능한 미생물들에 적용될 수 있다.
- [0150] 정의
- [0151] 본원에서 지칭된 바와 같이, "1-부탄올의 전구체"는 부티릴 CoA, 부티릴-포스페이트, 부티레이트 및 부티르알데하이드를 포함한다.
- [0152] 본원에서 지칭된 바와 같이, "발효액(fermentation broth)"은 적어도 영양 배지 및 세균 세포를 포함하는 배양 배지이다.
- [0153] 본원에서 지칭된 바와 같이, "서틀 미생물"은 메틸전달효소를 발현하고 목적 미생물과 구별되는 미생물이다.
- [0154] 본원에서 지칭된 바와 같이, "목적 미생물"은 발현 구축물 상에 포함된 유전자를 발현하고 서틀 미생물과 구별되는 미생물이다.
- [0155] 본원에서 지칭된 바와 같이, 용어 "주 발효 생성물"은 가장 높은 농도 및/또는 수율로 생성되는 하나의 발효 생성물을 의미하기 위한 것이다.
- [0156] 발효 공정과 관련하여 사용될 때 용어 "효율을 증가시키는", "증가된 효율" 등은 발효를 촉매작용하는 미생물의 성장 속도, 소비된 기질(예컨대, 당)의 부피 당 생성된 원하는 생성물(예컨대, 알코올)의 부피, 원하는 생성물의 생성 속도 또는 생성 수준, 및 발효의 다른 부산물에 비해 생성된 원하는 생성물의 상대적 비율 중 하나 이상을 증가시키는 것을 포함하나 이들로 한정되지 않는다.
- [0157] 어구 "일산화탄소를 포함하는 기질" 및 유사 용어는 일산화탄소가 예를 들면, 성장 및/또는 발효를 위해 세균의 하나 이상의 균주에 의해 이용될 수 있는 임의의 기질을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0158] 어구 "일산화탄소를 포함하는 가스 기질", 및 유사 어구 및 용어는 일정 수준의 일산화탄소를 함유하는 임의의 가스를 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 기질은 적어도 약 20 내지 약 100 부피%의 CO, 20 내지 70 부피%의 CO, 30 내지 60 부피%의 CO 및 40 내지 55 부피%의 CO를 함유한다. 구체적인 실시양태에서, 상기 기질은 부피를 기준으로 약 25%, 약 30%, 약 35%, 약 40%, 약 45%, 약 50%, 약 55% 또는 약 60%의 CO를 포함한다.
- [0159] 상기 기질이 임의의 수소를 함유할 필요는 없지만, H₂의 존재는 본 발명의 방법에 따른 생성물 형성에 유해하지 않아야 한다. 구체적인 실시양태에서, 수소의 존재는 알코올 생성의 전체 효율을 개선시킨다. 예를 들면, 구체적인 실시양태에서, 상기 기질은 대략 2:1, 1:1 또는 1:2 비의 H₂:CO를 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 상기 기질은 약 30 부피% 이하의 H₂, 20 부피% 이하의 H₂, 약 15 부피% 이하의 H₂ 또는 약 10 부피% 이하의 H₂를 포함한다. 다른 실시양태에서, 상기 기질은 저농도의 H₂, 예를 들면, 5% 미만, 4% 미만, 3% 미만, 2% 미만 또는 1% 미만의 H₂를 포함하거나 수소를 실질적으로 포함하지 않는다. 상기 기질은 약간의 CO₂, 예를 들면, 약 1 내지 약 80 부피%의 CO₂ 또는 1 내지 약 30 부피%의 CO₂를 함유할 수도 있다. 한 실시양태에서, 상기 기질은 약 20 부피% 이하의 CO₂를 포함한다. 구체적인 실시양태에서, 상기 기질은 약 15 부피% 이하의 CO₂, 약 10 부피% 이하의

CO₂ 또는 약 5 부피% 이하의 CO₂를 포함하거나 CO₂를 실질적으로 포함하지 않는다.

- [0160] 하기 설명에서, 본 발명의 실시양태는 "CO를 함유하는 가스 기질"을 전달하고 발효시키는 관점에서 기재된다. 그러나, 상기 가스 기질이 대안적 형태로 제공될 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 예를 들면, CO를 함유하는 가스 기질은 액체에 용해되어 제공될 수 있다. 본질적으로, 액체는 일산화탄소 함유 가스로 포화된 후, 상기 액체는 바이오반응기에 첨가된다. 이것은 표준 방법의 이용을 통해 달성될 수 있다. 예를 들면, 미세기포 분산물 발생기(Hensirisak et al., Scale-up of microbubble dispersion generator for aerobic fermentation; Applied Biochemistry and Biotechnology Volume 101, Number 3/October, 2002)가 사용될 수 있다. 추가로 예를 들면, CO를 함유하는 가스 기질은 고체 지지체 상에 흡착될 수 있다. 이러한 대안적 방법은 용어 "CO를 함유하는 기질" 등의 이용에 의해 포괄된다.
- [0161] 본 발명의 구체적인 실시양태에서, CO 함유 가스 기질은 산업 배기 가스 또는 폐가스이다. "산업 폐가스 또는 배기 가스"는 산업 공정에 의해 생성된 CO를 포함하는 임의의 가스를 포함하고 철 금속 생성물 제조, 비-철 생성물 제조, 석유 정련 공정, 석탄의 가스화, 바이오물질(biomass)의 가스화, 전력 생산, 카본 블랙 생산 및 코크스 제조의 결과로서 생성된 가스를 포함하는 것으로 넓게 해석되어야 한다. 추가 예는 본원의 임의의 부분에서 제공될 수 있다.
- [0162] 문맥이 달리 요구하지 않는 한, 본원에서 사용된 바와 같이, 어구 "발효시키는", "발효 공정" 또는 "발효 반응" 등은 상기 공정의 성장 기(phase) 및 생성물 생합성 기 둘다를 포괄하기 위한 것이다. 본원에 더 기재되어 있는 바와 같이, 몇몇 실시양태에서 바이오반응기는 제1 성장 반응기 및 제2 발효 반응기를 포함할 수 있다. 따라서, 금속 또는 조성물을 발효 반응에 첨가하는 것은 이들 반응기들 중 하나 또는 둘다에 첨가하는 것을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0163] 용어 "바이오반응기"는 연속 교반 탱크 반응기(CSTR), 고정된 세포 반응기(ICR), 삼상층(Trickle Bed) 반응기(TBR), 기포 컬럼, 가스 리프트(Lift) 발효기, 정적(Static) 혼합기, 또는 가스-액체 접촉에 적합한 다른 용기 또는 다른 장치를 포함하는, 하나 이상의 용기 및/또는 탭 또는 배관으로 구성된 발효 장치를 포함한다. 이하 본원에 기재되어 있는 바와 같이, 몇몇 실시양태에서 바이오반응기는 제1 성장 반응기 및 제2 발효 반응기를 포함할 수 있다. 따라서, 기질을 바이오반응기 또는 발효 반응에 첨가한다는 것이 언급될 때, 이것은 적절한 경우 이들 반응기들 중 하나 또는 둘다에 첨가한다는 것을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0164] "외인성 핵산"은 이 핵산이 도입되는 미생물의 외부로부터 유래된 핵산이다. 외인성 핵산은 이 핵산이 도입될 미생물, 및 상기 핵산이 도입될 유기체와 상이한 미생물의 균주 또는 종을 포함하나 이들로 한정되지 않는 임의의 적절한 공급원으로부터 유래될 수 있거나 인공적으로 또는 재조합적으로 생성될 수 있다. 한 실시양태에서, 외인성 핵산은 이 핵산이 도입될 미생물 내에 천연적으로 존재하는 핵산 서열을 나타내고 (예를 들면, 서열(예를 들면, 유전자)의 카피 수를 증가시킴으로써) 특정 유전자의 발현을 증가시키거나 특정 유전자를 과발현하기 위해 도입된다. 또 다른 실시양태에서, 외인성 핵산은 이 핵산이 도입될 미생물 내에 천연적으로 존재하지 않는 핵산 서열을 나타내고 상기 미생물 내에 천연적으로 존재하지 않는 생성물의 발현 또는 (예를 들면, 조절 요소, 예컨대, 프로모터가 도입되는 경우) 상기 미생물에 천연적으로 존재하는 유전자의 증가된 발현을 가능하게 한다. 외인성 핵산은 이 핵산이 도입될 미생물의 게놈 내로 통합되거나 염색체의 상태로 유지되도록 개조될 수 있다.
- [0165] 본 발명은 본원에서 구체적으로 예시된 서열로부터 변경된 서열을 갖되 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 핵산을 사용하여 본 발명을 실시할 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 단백질 또는 펩티드를 코딩하는 핵산 서열의 경우, 이것은 코딩된 단백질 또는 펩티드가 실질적으로 동일한 기능을 갖는다는 것을 의미한다. 프로모터 서열을 나타내는 핵산 서열의 경우, 변이체 서열은 하나 이상의 유전자의 발현을 촉진하는 능력을 가질 것이다. 이러한 핵산은 본원에서 "기능적 등가 변이체"로서 지칭될 수 있다. 예를 들면, 핵산의 기능적 등가 변이체는 대립형질 변이체, 유전자의 단편, 돌연변이(결실, 삽입, 뉴클레오티드 치환 등) 및/또는 다형성을 포함하는 유전자 등을 포함한다. 부티르산 또는 부탄올 발효를 수행할 수 있는 다른 세균으로부터의 상동성 유전자도 본원에서 구체적으로 예시된 서열의 기능적 등가 변이체의 예로서 간주될 수 있다. 이들은 종, 예컨대, 클로스트리디움 아세토부틸리쿰, 클로스트리디움 베이제린키이(*Clostridium beijerinckii*), 클로스트리디움 테타니(*Clostridium tetani*), 클로스트리디움 파스테우리아눔(*Clostridium pasteurianum*), 클로스트리디움 클루이베리(*Clostridium kluyveri*), 클로스트리디움 셀룰로보란스, 클로스트리디움 퍼프링겐스(*Clostridium perfringens*), 클로스트리디움 보툴리눔, 클로스트리디움 부티리쿰(*Clostridium butyricum*) 균주 DSM10702, 클로스트리디움 티로부티리쿰(*Clostridium tyrobutyricum*) 균주 ATCC 25755, 애내로코커스 프레보티이

(*Anaerococcus prevotii*) DSM 20548, 써모애나로박터 텡콘젠시스(*Thermoanaerobacter tengcongensis*), 브라키스피라 필로시콜리(*Brachyspira pilosicoli*), 바실러스 메가테리움(*Bacillus megaterium*), 스트렙토코커스 피오게네스(*Streptococcus pyogenes*) 및 클로스트리디움 사카로퍼부틸아세토니쿰(*Clostridium saccharoperbutylacetonicum*) 내의 상동성 유전자를 포함하고, 이들의 세부설명에는 웹사이트, 진뱅크 또는 NCBI에서 공개적으로 입수가 가능하다. 또한, 어구 "기능적 등가 변이체"는 특정 유기체를 위한 코돈 최적화의 결과로서 변경된 서열을 갖는 핵산을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 본원에서 핵산의 "기능적 등가 변이체"는 바람직하게는 확인된 핵산에 대해 대략 70% 이상, 바람직하게는 대략 80%, 보다 바람직하게는 대략 85%, 바람직하게는 대략 90%, 바람직하게는 대략 95% 또는 이보다 높은 핵산 서열 동일성을 가질 것이다. 구체적인 실시양태에서, 본원에서 정의된 바와 같은 티올라제 유전자의 기능적 등가 변이체는 이. 콜라이 내의 atoAB 유전자(NC_000913.2; atoA = 유전자 식별번호: 946719; atoB = 유전자 식별번호: 946727)일 수 있다. 본원에서 정의된 바와 같은 eftAB 유전자의 기능적 등가 변이체는 문헌(Tsai and Saier (1995))에서 발견될 수 있다.

[0166] 본원에서 구체적으로 예시된 아미노산 서열로부터 변경된 서열을 갖는 폴리펩티드를 사용하여 본 발명을 실시할 수 있다는 것도 인식되어야 한다. 이들 변이체는 본원에서 "기능적 등가 변이체"로서 지칭될 수 있다. 단백질 또는 펩티드의 기능적 등가 변이체는 확인된 단백질 또는 펩티드에 대해 40% 이상, 바람직하게는 50%, 바람직하게는 60%, 바람직하게는 70%, 바람직하게는 75%, 바람직하게는 80%, 바람직하게는 85%, 바람직하게는 90%, 바람직하게는 95% 또는 이보다 높은 아미노산 동일성을 공유하고 관심있는 펩티드 또는 단백질과 실질적으로 동일한 기능을 갖는 단백질 또는 펩티드를 포함한다. 이러한 변이체는 단백질 또는 펩티드의 단편을 그의 범위 내에 포함하고, 이때 상기 단편은 폴리펩티드의 절두된(truncated) 형태를 포함하고, 이때 절실은 1개 내지 5개, 1개 내지 10개, 1개 내지 15개, 1개 내지 20개 또는 1개 내지 25개 아미노산일 수 있고 폴리펩티드의 말단에서 잔기 1부터 25까지 걸쳐 있을 수 있고, 이때 절실은 상기 영역 내의 임의의 길이의 절실일 수 있거나 내부 위치에 존재할 수 있다. 또한, 본원에서 특정 폴리펩티드의 기능적 등가 변이체는 예를 들면, 이전 단락에서 예시된 바와 같이 세균의 다른 종 내의 상동성 유전자에 의해 발현된 폴리펩티드를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0167] 본원에서 사용된 바와 같이, "실질적으로 동일한 기능"은 핵산 또는 폴리펩티드의 변이체가 그의 모 핵산 또는 폴리펩티드의 기능을 수행할 수 있다는 것을 의미하기 위한 것이다. 예를 들면, 본 발명의 효소의 변이체는 상기 효소와 동일한 반응을 촉매작용할 수 있을 것이다. 그러나, 상기 변이체가 그의 모 폴리펩티드 또는 핵산과 동일한 수준의 활성을 갖는다는 것을 의미하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0168] 기능적 등가 변이체가 그의 모 핵산 또는 폴리펩티드와 실질적으로 동일한 기능을 갖는 지를 임의의 수의 공지된 방법을 이용하여 평가할 수 있다. 그러나, 예를 들면, 문헌(Inui et al (2008))에 요약된 방법을 이용하여 효소 활성을 평가할 수 있다.

[0169] 본 발명과 관련하여 사용될 때 "과다발현한다", "과다발현", 및 유사한 용어 및 어구는 동일한 조건 하에서 모 미생물의 단백질의 발현 수준에 비해 하나 이상의 단백질의 발현의 임의의 증가를 포함하는 것으로 넓게 해석되어야 한다. 이것은 단백질이 임의의 특정 수준으로 발현된다는 것을 의미하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

[0170] "모 미생물"은 본 발명의 제조할 미생물을 발생시키기 위해 사용된 미생물이다. 모 미생물은 자연에서 발생하는 미생물(즉, 야생형 미생물), 또는 이미 변형되어 있지만 본 발명의 대상체인 하나 이상의 효소를 발현하거나 과다발현하지 않는 미생물일 수 있다. 따라서, 본 발명의 제조할 미생물은 모 미생물에서 발현되거나 과다발현되지 않는 하나 이상의 효소를 발현하거나 과다발현하도록 변형되어 있다.

[0171] 용어 핵산 "구축물" 또는 "벡터" 및 유사한 용어는 유전 물질을 세포 내로 전달하기 위한 비히클로서 사용되기에 적합한 임의의 핵산(DNA 및 RNA를 포함함)을 포함하는 것으로 넓게 해석되어야 한다. 상기 용어들은 플라스미드, 바이러스(박테리오파지를 포함함), 코스미드 및 인공 염색체를 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 구축물 또는 벡터는 다른 요소들 중에서 하나 이상의 조절 요소, 복제 기점, 다중클로닝 부위 및/또는 선택 마커, 부위 및 마커들을 포함할 수 있다. 한 구체적인 실시양태에서, 구축물 또는 벡터는 이 구축물 또는 벡터에 의해 코딩된 하나 이상의 유전자의 발현이 가능하도록 개조된다. 핵산 구축물 또는 벡터는 네이키드(naked) 핵산뿐만 아니라 세포로의 전달을 용이하게 하는 하나 이상의 물질로 제제화된 핵산(예를 들면, 리포솜에 접합된 핵산, 핵산이 함유된 유기체)도 포함한다.

[0172] 본 발명의 핵산이 이중 가닥 핵산 및 단일 가닥 핵산을 포함하는 RNA, DNA 또는 cDNA를 포함하는 임의의 적절한 형태로 존재할 수 있다는 것이 인식되어야 한다.

[0173] 한 양태에서, 본 발명은 CO를 사용하여 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성할 수 있는 유

전적으로 변형된 미생물을 제공한다. 상기 미생물은 바람직하게는 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성하는 초산생성 재조합 미생물이다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 초산생성 재조합 미생물은 CO를 포함하는 기질로부터의 발효를 통해 발효액의 ℓ 당 대략 0.075 g/ ℓ 초과 또는 1 mM 초과의 부탄올 농도로 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성할 수 있다.

[0174] 한 구체적인 실시양태에서, 상기 미생물은 부탄올 생합성 경로 내의 하나 이상의 효소를 발현하거나 과다발현하는데 적합한 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다. 한 실시양태에서, 상기 미생물은 그 자신이 유래된 모 미생물에 천연적으로 존재하지 않는 부탄올 생합성 경로 내의 하나 이상의 효소를 발현하거나 모 미생물에 천연적으로 존재하는 부탄올 생합성 경로 내의 하나 이상의 효소를 과다발현하는데 적합하다.

[0175] 상기 미생물은 예를 들면, (예를 들면, 보다 강한 또는 항시적 프로모터를 도입하여 유전자의 발현을 유발함으로써) 상기 미생물 내의 천연 유전자의 발현을 증가시키는 방법, 특정 효소를 코딩하고 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 도입함으로써 상기 효소를 코딩하는 유전자의 카피 수를 증가시키는 방법, 및 모 미생물 내에 천연적으로 존재하지 않는 효소를 코딩하고 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 도입하는 방법을 포함하는 임의의 수의 재조합 방법에 의해 상기 하나 이상의 효소를 발현하거나 과다발현하는데 적합할 수 있다.

[0176] 일부 실시양태에서, 모 미생물은 이 모 미생물에 천연적으로 존재하는 하나 이상의 유전자의 증가된 발현 또는 과다발현과 상기 모 미생물에 천연적으로 존재하지 않는 하나 이상의 유전자의 도입의 조합을 제공하도록 형질 전환될 수 있다.

[0177] 바람직하게는, 상기 미생물은 티올라제; 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소; 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소; 부티릴-CoA 탈수소효소; 전자 전달 플라보단백질 A; 및 전자 전달 플라보단백질 B로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 효소를 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다. 한 실시양태에서, 상기 하나 이상의 효소를 코딩하는 상기 하나 이상의 핵산은 서열번호 1 내지 6의 핵산들 또는 이들의 기능적 등가 변이체들로부터 선택된다.

[0178] 한 실시양태에서, 상기 재조합 미생물은 효소 티올라제(IUBMB 효소 명칭 EC:2.3.1.9)(*thlA*), 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소(EC:1.1.1.157)(*hbd*), 크로토나제/크로토닐-CoA 수화효소(EC:1.1.1.157)(*crt* 또는 *cch*) 및/또는 부티릴-CoA 탈수소효소(EC4.2.1.55)(*bcd*)를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 발현하는데 적합하다. 한 실시양태에서, 상기 미생물은 이들 효소들 모두를 발현하는데 적합하다. 추가 실시양태에서, 상기 유전자는 서열번호 1 내지 4 또는 이들의 기능적 등가 변이체들로부터 선택된 하나 이상의 핵산 서열에 상응한다. 본 발명의 재조합 미생물은 2개의 전자 전달 단백질도 함유할 수 있다. 한 실시양태에서, 상기 전자 전달 단백질들은 서열번호 5 및 6 또는 이들의 기능적 등가 변이체들에 의해 코딩된 전자 전달 플라보단백질들(EC1.3.99.2)(*etfAB*)이다. 이들 전자 전달 플라보단백질들의 사용은 1-부탄올의 생성에 있어서 상기 미생물의 효율을 향상시킨다. 상기 플라보단백질들은 Bcd의 활성화에 필요한 안정한 복합체를 제공한다.

[0179] 한 구체적인 실시양태에서, 상기 미생물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 각각을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.

[0180] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 중 하나 이상 또는 바람직하게는 이들 각각을 코딩하는 플라스미드를 포함한다.

[0181] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제; 부티레이트 인산화효소; 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소(즉, 알데하이드:페레독신 산화환원효소); 부티르알데하이드 탈수소효소; 부탄올 탈수소효소; 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소로 구성된 군으로부터 선택된 하나 이상의 효소를 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 대안적으로 또는 추가로 포함한다.

[0182] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다. 바람직하게는, 상기 미생물은 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다.

[0183] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다. 바람직하게는, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및

부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 하나 이상의 외인성 핵산을 포함한다. 구체적인 실시양태에서, 상기 미생물은 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소 각각을 발현하는데 적합한 외인성 핵산을 포함한다.

[0184] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 1-부탄올 생합성 경로 내의 효소들 중 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 8개 이상, 9개 이상, 10개 이상, 11개 이상 또는 12개 이상의 효소를 발현하는데 적합한 하나 이상의 핵산을 포함한다.

[0185] 한 실시양태에서, 상기 미생물은 다른 프로모터가 사용될 수 있지만 외인성 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터를 추가로 포함한다. 바람직하게는, 상기 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다. 바람직하게는, 상기 프로모터는 본원에서 상기 언급된 효소들 중 하나 이상을 코딩하는 구조물 상에 함유되어 있다.

[0186] 바람직하게는, 모 미생물은 카복시도트로픽 초산생성 세균으로 구성된 군으로부터 선택된다. 일부 실시양태에서, 상기 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이, 클로스트리디움 라그스달레이, 클로스트리디움 카복시디보란스, 클로스트리디움 드라케이, 클로스트리디움 스카톨로게네스, 부티리박테리움 리모숨, 부티리박테리움 메틸로트로피쿰, 아세토박테리움 우디이, 알칼리바쿨룸 박키이, 블라우티아 프로덕타, 유박테리움 리모숨, 모어렐라 씨모아세티카, 모어렐라 씨마우트로피카, 옥소박터 펜니기이 및 씨모애내로박터 키우비를 포함하는 군으로부터 선택된다.

[0187] 한 구체적인 실시양태에서, 모 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이 종, 및 관련된 단리물을 포함하는 에탄올생성 및 초산생성 클로스트리디아의 클러스터로부터 선택된다. 이들은 균주 클로스트리디움 오토에타노게눔 JAI-1^T(DSM10061)[Abrini J, Naveau H, Nyns E-J: *Clostridium autoethanogenum*, sp. nov., an anaerobic bacterium that produces ethanol from carbon monoxide. Arch Microbiol 1994, 4: 345-351], 클로스트리디움 오토에타노게눔 LBS1560(DSM19630)[Simpson SD, Forster RL, Tran PT, Rowe MJ, Warner IL: Novel bacteria and methods thereof. 국제특허출원 공보 제 WO/2009/064200호(2009)], 클로스트리디움 오토에타노게눔 LBS1561(DSM23693), 클로스트리디움 룡달리이 PETC^T(DSM13528 = ATCC 55383)[Tanner RS, Miller LM, Yang D: *Clostridium ljungdahlii* sp. nov., an Acetogenic Species in Clostridial rRNA Homology Group I. Int J Syst Bacteriol 1993, 43: 232-236], 클로스트리디움 룡달리이 ERI-2(ATCC 55380)[Gaddy JL: Clostridium stain which produces acetic acid from waste gases. 미국 특허 제5,593,886호(1997)], 클로스트리디움 룡달리이 C-01(ATCC 55988)[Gaddy JL, Clausen EC, Ko C-W: Microbial process for the preparation of acetic acid as well as solvent for its extraction from the fermentation broth. 미국 특허 제6,368,819호(2002)], 클로스트리디움 룡달리이 O-52(ATCC 55989)[Gaddy JL, Clausen EC, Ko C-W: Microbial process for the preparation of acetic acid as well as solvent for its extraction from the fermentation broth. 미국 특허 제6,368,819호(2002)], 클로스트리디움 라그스달레이 P11^T(ATCC BAA-622)[Huhnke RL, Lewis RS, Tanner RS: Isolation and Characterization of novel Clostridial Species. 국제특허출원 공보 제WO 2008/028055호(2008)], 관련된 단리물, 예컨대, "클로스트리디움 코스카티이(*C. coskatii*)"[Zahn JA, Saxena J, Do Y, Patel M, Fishein S, Datta R, Tobey R: *Clostridium coskatii*, sp. nov., an Anaerobic Bacterium that Produces Ethanol from Synthesis Gas. Poster SIM Annual Meeting and Exhibition, San Francisco, 2010], 또는 돌연변이된 균주, 예컨대, 클로스트리디움 룡달리이 OTA-1(Tirado-Acevedo O. Production of Bioethanol from Synthesis Gas Using *Clostridium ljungdahlii*. PhD thesis, North Carolina State University, 2010)을 포함하나 이들로 한정되지 않는다. 이들 균주들은 클로스트리디움 rRNA 클러스터 I 내의 서브클러스터를 형성하고, 이들의 16S rRNA 유전자는 대략 30%의 유사한 낮은 GC 함량을 가지면서 99% 이상 동일하다. 그러나, DNA-DNA 재결합 및 DNA 핑거프린팅(fingerprinting) 실험은 이들 균주들이 상이한 종에 속한다는 것을 보여주었다[Huhnke RL, Lewis RS, Tanner RS: Isolation and Characterization of novel Clostridial Species. 국제특허출원 공보 제WO 2008/028055호(2008)].

[0188] 이 클러스터의 모든 종들은 유사한 형태 및 크기를 갖고(대수적으로 성장하는 세포는 0.5 내지 0.7 x 3 내지 5 μ m임), 중온성을 나타내고(30°C 내지 37°C의 최적 성장 온도) 엄격히 혐기성 생물이다[Tanner RS, Miller LM, Yang D: *Clostridium ljungdahlii* sp. nov., an Acetogenic Species in Clostridial rRNA Homology Group I. Int J Syst Bacteriol 1993, 43: 232-236; Abrini J, Naveau H, Nyns E-J: *Clostridium autoethanogenum*, sp. nov., an anaerobic bacterium that produces ethanol from carbon monoxide. Arch Microbiol 1994, 4: 345-351; Huhnke RL, Lewis RS, Tanner RS: Isolation and Characterization of novel Clostridial Species. 국제

특허출원 공보 제WO 2008/028055호(2008)]. 더욱이, 이들은 모두 동일한 주요 계통발생적 특성, 예컨대, 동일한 pH 범위(5.5 내지 6의 최적 초기 pH를 갖는 pH 4 내지 7.5), 유사한 성장 속도로 CO 함유 가스 상에서 강한 독립영양 성장, 및 주 발효 최종 생성물로서 에탄올 및 아세트산과 유사한 대사적 프로파일, 및 일부 조건 하에서 형성된 소량의 2,3-부탄디올 및 젖산을 공유한다[Tanner RS, Miller LM, Yang D: *Clostridium ljungdahlii* sp. nov., an Acetogenic Species in Clostridial rRNA Homology Group I. Int J Syst Bacteriol 1993, 43: 232-236; Abrini J, Naveau H, Nyns E-J: *Clostridium autoethanogenum*, sp. nov., an anaerobic bacterium that produces ethanol from carbon monoxide. Arch Microbiol 1994, 4: 345-351; Huhnke RL, Lewis RS, Tanner RS: Isolation and Characterization of novel Clostridial Species. 국제특허출원 공보 제WO 2008/028055호(2008)]. 인돌 생성 또한 모든 3개 종들에서 관찰되었다. 그러나, 상기 종들은 다양한 당(예를 들면, 람노스, 아라비노스), 산(예를 들면, 글루코네이트, 시트레이트), 아미노산(예를 들면, 아르기닌, 히스티딘), 또는 다른 기질(예를 들면, 베타인, 부탄올)의 기질 이용에서 구별된다. 더욱이, 상기 종들 중 일부는 일부 비타민(예를 들면, 티아민, 바이오틴)에 대한 영양요구체인 것으로 밝혀졌지만 나머지는 그러하지 않았다.

- [0189] 한 실시양태에서, 미생물은 외인성 핵산의 도입 전 및 후에 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소 및 부탄올 탈수소효소를 생성한다.
- [0190] 한 실시양태에서, 미생물은 외인성 핵산의 도입 전 및 후에 부티르알데하이드 탈수소효소 및/또는 부탄올 탈수소효소를 생성한다.
- [0191] 한 구체적인 실시양태에서, 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693이다.
- [0192] 한 실시양태에서, 본 발명의 재조합 미생물은 수탁번호 DSM24138 하에 DSMZ(Deutsche Sammlung fuer Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, 독일 브라운슈바이그 소재)에 기탁된 미생물의 동정 특성을 갖는다.
- [0193] 하나 이상의 외인성 핵산이 네이키드 핵산으로서 모 미생물에 전달될 수 있거나 형질전환 과정을 용이하게 하는 하나 이상의 물질로 제제화될 수 있다(예를 들면, 리포솜에 접합된 핵산, 핵산이 함유된 유기체). 상기 하나 이상의 핵산은 적절한 경우 DNA, RNA 또는 이들의 조합물일 수 있다.
- [0194] 당업계에 공지된 임의의 수의 재조합 미생물 제조 기법을 이용하여 모 미생물 및 하나 이상의 외인성 핵산으로부터 본 발명의 미생물을 제조할 수 있다. 단지 예를 들면, 형질전환(형질도입 또는 형질감염을 포함함)은 전기천공, 접합, 또는 화학적 및 천연 형질전환능에 의해 달성될 수 있다. 적합한 형질전환 기법은 예를 들면, 문헌(Sambrook et al., 1989)에 기재되어 있다.
- [0195] 일부 실시양태에서, 형질전환될 미생물에서 활성을 나타내는 제한 시스템으로 인해 상기 미생물 내로 도입될 핵산을 메틸화시킬 필요가 있다. 이것은 이하에 기재되어 있고 하기 실시예 단락에 추가로 예시되어 있는 기법을 포함하는 다양한 기법의 이용을 통해 수행될 수 있다.
- [0196] 또 다른 양태에서, 본 발명은
- [0197] a. (i) 발현 구축물 및 (ii) 메틸전달효소 유전자를 포함하는 메틸화 구축물을 서틀 미생물 내로 도입하는 단계;
- [0198] b. 상기 메틸전달효소 유전자를 발현시키는 단계;
- [0199] c. 상기 서틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 분리하는 단계; 및
- [0200] d. 상기 하나 이상의 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계
- [0201] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 유기체에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.
- [0202] 한 실시양태에서, 단계 B의 메틸전달효소 유전자는 항시적으로 발현된다. 또 다른 실시양태에서, 단계 B의 메틸전달효소의 발현은 유도된다.
- [0203] 서틀 미생물은 발현 구축물을 구성하는 핵산 서열의 메틸화를 용이하게 하는 미생물, 바람직하게는 제한 음성 미생물이다. 한 구체적인 실시양태에서, 서틀 미생물은 제한 음성 이. 콜라이, 바실러스 서브틸리스 또는 락토코커스 락티스이다.
- [0204] 일단 발현 구축물 및 메틸화 구축물이 서틀 미생물 내로 도입되면, 상기 메틸화 구축물 상에 존재하는 상기 메틸전달효소 유전자가 발현된다. 한 실시양태에서, 발현이 유도되어야 하는 경우, 본 발명의 한 구체적인 실시양

태에서 메틸화 구축물이 유도성 *lac* 프로모터(바람직하게는 서열번호 28에 의해 코딩됨)를 포함하고 락토스 또는 이의 유사체, 보다 바람직하게는 이소프로필-β-D-티오-갈락토사이드(IPTG)의 첨가에 의해 유도되지만, 유도는 임의의 적합한 프로모터 시스템에 의해 달성될 수 있다. 다른 적합한 프로모터는 *ara*, *tet* 또는 T7 시스템을 포함한다. 본 발명의 대안적 실시양태에서, 메틸화 구축물 프로모터는 항시적 프로모터이다.

[0205] 한 실시양태에서, 발현 구축물 프로모터는 적절한 발효 조건 하에서 바람직하게는 높은 활성을 나타내는 항시적 프로모터이다. 그러나, 유도성 프로모터가 사용될 수 있다. 바람직한 실시양태에서, 발현 구축물 프로모터는 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 오페론 프로모터, 피루베이트:페레독신 산화환원효소(서열번호 48), 우드-룽달 유전자 클러스터(서열번호 47), Rnf 오페론(서열번호 49) 또는 ATP 합성효소 오페론(서열번호 50)을 포함하는 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 오페론 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다. 도 8은 이들 프로모터들에 작동가능하게 연결된 유전자들의 발현이 표준 조건 하에서 클로스트리디움 오토에타노게눔에서 높은 수준의 발현을 갖는다는 것을 보여준다.

[0206] 한 구체적인 실시양태에서, 메틸화 구축물은 이 메틸화 구축물 상에 존재하는 임의의 유전자가 서틀 미생물에서 발현되도록 상기 서틀 미생물의 본질(identity)에 특이적인 복제 기점을 갖는다. 바람직하게는, 발현 구축물은 이 발현 구축물 상에 존재하는 임의의 유전자가 목적 미생물에서 발현되도록 상기 목적 미생물의 본질에 특이적인 복제 기점을 갖는다.

[0207] 메틸전달효소의 발현은 발현 구축물 상에 존재하는 유전자의 메틸화를 야기한다. 그 후, 상기 발현 구축물은 다수의 공지된 방법들 중 어느 한 방법에 따라 서틀 미생물로부터 분리될 수 있다. 단지 예를 들면, 하기 실시예 단락에 기재된 방법을 이용하여 상기 발현 구축물을 분리할 수 있다.

[0208] 한 구체적인 실시양태에서, 상기 구축물들 둘다가 동시에 분리된다. 임의의 수의 공지된 방법을 이용하여 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입할 수 있다. 그러나, 예를 들면, 하기 실시예 단락에 기재된 방법을 이용할 수 있다. 상기 발현 구축물이 메틸화되어 있기 때문에, 상기 발현 구축물 상에 존재하는 핵산 서열은 목적 미생물 내로 도입되어 성공적으로 발현될 수 있다.

[0209] 추가 실시양태에서, 본 발명은

[0210] a. 시험관 내에서 발현 구축물을 메틸전달효소, 바람직하게는 서열번호 28 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소로 메틸화시키는 단계; 및

[0211] b. 발현 구축물, 바람직하게는 제5 양태에 따른 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계

[0212] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.

[0213] 본 발명의 메틸전달효소 유전자, 바람직하게는 서열번호 27 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소 유전자가 서틀 미생물 내로 도입되어 과다발현될 수 있다는 것이 예상된다. 생성된 메틸전달효소를 공지된 방법을 이용하여 수집할 수 있고 시험관 내에서 사용하여 발현 구축물, 바람직하게는 제5 양태에서 정의된 바와 같은 발현 구축물을 메틸화시킬 수 있다. 그 후, 상기 발현 구축물을 발현을 위해 목적 미생물 내로 도입할 수 있다. 바람직하게는, 상기 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.

[0214] 추가 실시양태에서, 본 발명은

[0215] a. 메틸전달효소 유전자, 바람직하게는 서열번호 27 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소 유전자를 서틀 미생물의 계능 내로 도입하는 단계;

[0216] b. 발현 구축물을 상기 서틀 미생물 내로 도입하는 단계;

[0217] c. 상기 서틀 미생물로부터 하나 이상의 구축물을 분리하는 단계; 및

[0218] d. 적어도 상기 발현 구축물을 목적 미생물 내로 도입하는 단계

[0219] 를 포함하는 재조합 미생물의 제조 방법으로서, 이때 상기 발현 구축물이 상기 목적 미생물에서 발현될 효소를 코딩하는 하나 이상의 유전자를 포함하는 것인 제조 방법을 제공한다.

[0220] 메틸전달효소 유전자, 바람직하게는 서열번호 27에 따른 메틸전달효소 유전자를 서틀 미생물의 계능 내로 도입하기 위해 표준 방법이 이용된다. 상기 메틸전달효소는 상기 미생물에 의해 항시적으로 발현될 수 있고 메틸전

달효소, 바람직하게는 서열번호 28 또는 이의 기능적 등가 변이체에 따른 메틸전달효소를 생성한다. 발현 구축물은 메틸화되고 단리되고 목적 미생물 내로 도입되어 바람직하게는 주 발효 생성물로서 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성한다.

[0221] 본 발명은 본원에 기재된 바와 같은 제조합 메틸전달효소 유전자 또는 메틸화 구축물을 포함하는 미생물도 포함한다.

[0222] 또한, 본 발명은 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 메틸전달효소 핵산 서열 및 제한 장벽 시스템의 분석 후 개발된 혼성체(hybrid) 메틸전달효소 유전자(서열번호 28)를 제공한다.

[0223] 상기 메틸전달효소 유전자는 서틀 미생물에서 발현되어 발현 구축물의 서열을 메틸화시키는 메틸전달효소를 생성한다. 상기 메틸전달효소 유전자는 구축물 상에 존재할 수 있거나 서틀 미생물의 게놈 내로 삽입될 수 있다. 상기 혼성체 메틸전달효소 유전자는 이. 콜라이를 위해 코돈 최적화되고 메틸화 구축물 내로 도입될 수 있다(도 5). 상기 메틸전달효소 유전자는 적절한 경우 또 다른 미생물 중, 예를 들면, 바실러스 서브틸리스에서의 사용을 위해 코돈 최적화될 수 있다. 코돈 최적화 방법은 표준 방법이고 당업자에게 공지되어 있을 것이다(Carbone et al., 2003). 서열번호 28에 대해 70% 이상, 바람직하게는 75%, 바람직하게는 80%, 바람직하게는 85%, 바람직하게는 90%, 바람직하게는 95% 또는 이보다 높은 핵산 서열 동일성을 갖고 DNA를 메틸화시킬 수 있는 폴리펩티드를 발현하는 메틸전달효소 유전자도 본 발명의 범위 내에 포함된다.

[0224] 당업자는 상기 메틸화 방법 및 메틸전달효소 유전자가 다양한 미생물에서 유용할 것임을 인식할 것이다. 한 실시양태에서, 목적 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이, 클로스트리디움 라그스달레이, 클로스트리디움 카복시디보란스, 클로스트리디움 드라케이, 클로스트리디움 스카톨로게네스, 부티리박테리움 리모숨, 부티리박테리움 메틸로트로피쿰, 아세토박테리움 우디이, 알칼리바쿨룸 박키이, 블라우티아 프로덕타, 유박테리움 리모숨, 모어렐라 씨모아세티카, 모어렐라 씨마우토포카, 옥소박터 펜니기이 및 씨모에 내로박터 키우비를 포함하는 군으로부터 선택된다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 목적 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이로 구성된 군으로부터 선택된다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 목적 미생물은 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693이다.

[0225] 또한, 본 발명은 본원에서 기술된 본 발명의 제4 양태, 제5 양태, 제14 양태, 제15 양태, 제16 양태, 제18 양태, 제19 양태 및 제21 양태에 요약된 바와 같은 다양한 핵산 또는 핵산 구축물을 제공한다.

[0226] 본 발명의 또 다른 실시양태에서, 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소 및 전자 전달 단백질 또는 이의 기능적 등가 변이체로부터 선택된 하나 이상의 효소를 코딩하는 하나 이상의 핵산을 포함하는 발현 구축물이 존재한다. 바람직하게는, 상기 전자 전달 단백질은 전자 전달 플라보단백질 A 또는 전자 전달 플라보단백질 B이다. 한 구체적인 실시양태에서, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 둘다가 상기 발현 구축물 상에 포함된다.

[0227] 각각의 유전자 및 등가 효소에 대한 예시적 서열 정보는 하기 표 1에 상세히 기재된 바와 같이 진뱅크 상에 제공되어 있다. 당업자는 사용될 수 있는 대안적 유전자 및 효소를 용이하게 인식할 것이다. 한 실시양태에서, 상기 효소는 상기 구축물 상에 임의의 순서로 또는 도 2에 나타난 순서로 제공될 수 있는 서열번호 1 내지 6의 핵산에 의해 코딩된다. 서열번호 8 내지 13 및 서열번호 16 내지 23은 바로 이전 단락에서 언급된 유전자를 클로닝하고 서열분석하는 데에 사용된 신규 서열이다.

[0228] 전구체로부터 1-부탄올을 수득하기 위해, 부티르알데하이드 탈수소효소(EC1.2.1.10), 알코올 탈수소효소(EC1.1.1.1), 포스포트랜스부티릴라제(EC2.3.1.19), 부티레이트 인산화효소(EC2.7.2.7), 알데하이드:페레독신 산화환원효소(EC1.2.7.5) 및 알코올 탈수소효소(EC1.1.1.1) 중 하나 이상의 활성이 필요할 수 있다. 본 발명의 알코올 탈수소효소는 부탄올 탈수소효소이다. 일부 실시양태에서, 부티르알데하이드 탈수소효소(EC1.2.1.10) 및 알코올 탈수소효소(EC1.1.1.1); 포스포트랜스부티릴라제(EC2.3.1.19), 부티레이트 인산화효소(EC2.7.2.7), 알데하이드:페레독신 산화환원효소(EC1.2.7.5) 및 알코올 탈수소효소(EC 1.1.1.1); 또는 상기 두 효소 세트의 조합물이 필요하다. 한 실시양태에서, 부티르알데하이드 탈수소효소 및 부탄올 탈수소효소 활성은 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소에 의해 제공된다. 이들 다양한 효소들은 도 1에 나타난 부탄올 생합성 경로에서 제시되어 있다. 몇몇 미생물들에서, 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소, 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소 및/또는 알데하이드:페레독신 산화환원효소는 상기 미생물에 의해 천연적으로 발현되므로 1-부탄올로의 부티릴-CoA의 전환을 촉매작용한다.

- [0229] 따라서, 한 실시양태에서, 발현 구축물은 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소 및 전자 전달 단백질 중 하나 이상 이외에 또는 상기 하나 이상에 대한 대체물로서 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소, 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소, 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소 및 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소 중 하나 이상을 코딩하는 핵산을 포함한다.
- [0230] 적절한 효소, 및 아미노산 및 핵산 서열 정보의 예로는 부티르알데하이드 탈수소효소, 예컨대, 클로스트리디움 베이체린키이로부터의 Ald(ABR35947, GI:149905114), 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 Ald(CAQ57983, GI:189310620) 또는 클로스트리디움 사카로퍼부틸아세토니쿰으로부터의 Ald(AAP42563, GI:31075383); 부탄올 탈수소효소, 예컨대, 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 BdhB(NP_349891, GI:15896542); 이작용성 부티르알데하이드/부탄올 탈수소효소, 예컨대, 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 AdhE1(NP_149325, GI:15004865), 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 AdhE2(NP_149199, GI:15004739) 또는 클로스트리디움 베이체린키이로부터의 AdhE2(YP_001307449, GI:150015195); 포스포트랜스부티릴라제 예컨대, 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 Ptb(NP_348368); 부티레이트 인산화효소, 예컨대, 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 Buk(AAK81015.1); 클로스트리디움 아세토부틸리쿰으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 AOR(NP_348637)이 있으나 이들로 한정되지 않는다. 본 발명과 관련된 분야에서 통상의 기술을 가진 자는 본 발명에서 사용될 적절한 효소의 대안적 예를 용이하게 인식할 수 있다. 본 발명자들은 본 발명에서 사용될 수 있는 다수의 신규 효소들 및 유전자들도 확인하였고, 이들의 세부설명은 본원에서 하기 실시예 단락(특히, 표 7 내지 10 참조)에 제공되어 있다. 또한, 본 발명은 이들 효소들 및 유전자들의 기능적 등가 변이체들 및 본 발명의 방법에서 이들의 용도를 포괄한다.
- [0231] 이들 유전자들 중 하나 이상의 포함은 부티레이트의 동시 생성을 완전히 피함으로써 1-부탄올 생성의 효율을 증가시키는 것을 도울 수 있다. 또한, 본 발명은 이들 효소들 중 하나 이상을 발현하거나 이들 효소들 중 하나 이상의 발현을 증가시키는데 적합한 하나 이상의 핵산을 포함하는 재조합 미생물을 제공한다.
- [0232] 한 실시양태에서, 상기 핵산(들)은 하기 표 7 내지 10에 나열된 효소들 및 이들 중 어느 하나 이상의 기능적 등가물들로 구성된 군으로부터 선택된 효소를 코딩한다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 핵산은 하기 표 7 내지 10에 나열된 핵산들 및 이들 중 어느 하나 이상의 기능적 등가물들로 구성된 군으로부터 선택된다.
- [0233] 한 실시양태에서, 발현 구축물은 부탄올 생합성 경로 내의 효소들 중 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 8개 이상, 9개 이상, 10개 이상, 11개 이상 또는 12개 이상의 효소를 코딩한다.
- [0234] 바람직하게는, 발현 구축물은 본원에서 기술된 바와 같은 적합한 프로모터를 추가로 포함한다. 한 실시양태에서, 상기 프로모터는 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터이다. 바람직하게는, 상기 프로모터는 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체에 상응한다.
- [0235] 바람직한 실시양태에서, 발현 구축물은 상기 효소들 전부를 코딩하는 핵산을 포함한다. 당업자는 발현 구축물이 대안적 전자 전달 단백질을 코딩하는 핵산을 포함할 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0236] 재조합 미생물에서 발현될 유전자는 발현 구축물에서 임의의 적절한 프로모터의 조절하에 있도록 조립될 수 있다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 프로모터는 상기 유전자의 실질적으로 항시적인 발현이 그의 조절 하에서 가능하게 한다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 프로모터는 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소(서열번호 7) 프로모터이다. 본 발명에서 사용될 수 있는 다른 프로모터는 클로스트리디움 오토에타노게눔(또는 클로스트리디움 룡달리이)으로부터의 프로모터를 포함한다. 본 발명자들은 클로스트리디움 오토에타노게눔에서 전형적인 발효 조건 하에서 고도로 발현된 유전자에 작동가능하게 연결된 다수의 다른 프로모터도 확인하였다(도 8). 실시간 PCR을 이용하여 전형적인 발효 조건 동안 200개 초과 유전자의 발현을 분석하여 다수의 적절한 프로모터를 확인하였다. 이들은 피루베이트:페레독신 산화환원효소(서열번호 48), 우드-룡달 유전자 클러스터(서열번호 47), Rnf 오페론(서열번호 49) 및 ATP 합성효소 오페론(서열번호 50)을 포함한다. 당업자는 적절한 발효 조건 하에서 발현, 바람직하게는 높은 수준의 발현을 유도할 수 있는 다른 프로모터가 본 발명의 바람직한 실시양태에 대한 대체물로서 효과적일 것임을 인식할 것이다.
- [0237] 한 실시양태에서, 본 발명은 도 2에 나타난 순서로 서열번호 1 내지 6의 핵산들을 포함하는 구축물, 재조합 미생물 또는 핵산 서열을 포함한다. 그러나, 당업자는 상기 핵산 서열들이 이 서열들 중 하나 이상의 부재 하에서 임의의 순서로 제공될 때에도 본 발명이 원하는 유용성을 여전히 가질 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0238] 또 다른 실시양태에서, 본 발명은 서열번호 7 또는 이의 기능적 등가 변이체로 표시되는 프로모터 서열을 포함

하는 핵산, 상기 프로모터를 포함하는 구축물 및 이를 포함하는 재조합 미생물을 포함한다.

- [0239] 본 발명의 발현 구축물은 프로모터 이외에 임의의 수의 조절 요소뿐만 아니라 원하는 경우 추가 단백질의 발현에 적합한 추가 유전자도 함유할 수 있다는 것이 인식될 것이다. 한 실시양태에서, 상기 구축물은 1개의 프로모터를 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 상기 구축물은 2개 이상의 프로모터를 포함한다. 한 구체적인 실시양태에서, 상기 구축물은 발현될 각각의 유전자에 대해 1개의 프로모터를 포함한다. 한 실시양태에서, 상기 구축물은 하나 이상의 리보솜 결합 부위, 바람직하게는 발현될 각각의 유전자에 대해 1개의 리보솜 결합 부위를 포함한다.
- [0240] 당업자는 본원에서 정의된 핵산 서열 및 구축물 서열이 표준 연결제(linker) 뉴클레오타이드, 예컨대, 리보솜 결합 부위 및/또는 제한 부위를 위해 필요한 연결제 뉴클레오타이드를 함유할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 이러한 연결제 서열은 필요한 것으로서 해석되지 말아야 하고 정의된 서열에 대한 한정을 제공하지 않는다.
- [0241] 본 발명의 발현 구축물이 초산생성 미생물에서 발현되는 경우, 상기 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 또는 이의 전구체를 생성한다. 주 발효 생성물로서 1-부탄올을 생성하기 위해 우드-룽달 또는 부탄올 생합성 경로의 상이한 단계들을 촉매작용하는 효소들을 코딩하는 다른 유전자들도 상기 발현 구축물 내로 도입될 수 있다는 것이 예상된다.
- [0242] 상기 정의된 바와 같은 발현 구축물 및 메틸화 구축물을 조합하여 조성물을 제공할 수 있다는 것이 예상된다. 이러한 조성물은 매우 다양한 미생물에서 제한 장벽 기작을 회피하는 데에 특히 유용하지만, 바람직한 실시양태에서 상기 조성물의 사용에 의해 생성된 재조합 미생물은 주 발효 생성물로서 1-부탄올 또는 이의 전구체를 생성한다.
- [0243] 본 발명의 발현 구축물을 포함하는 핵산 및 핵산 구축물을 당업계의 임의의 수의 표준 기법을 이용하여 구축할 수 있다. 예를 들면, 화학적 합성 또는 재조합 기법이 이용될 수 있다. 이러한 기법은 예를 들면, 문헌(Sambrook et al. (1989))에 기재되어 있다. 추가 예시적 기법은 하기 실시예 단락에 기재되어 있다. 본질적으로, 개별 유전자 및 조절 요소는 상기 유전자가 발현되어 원하는 단백질을 형성할 수 있도록 서로 작동 가능하게 연결될 것이다. 본 발명에서 사용되기에 적합한 벡터는 당업계에서 통상의 기술을 가진 자에 의해 인식될 것이다. 그러나, 예를 들면, 하기 벡터들이 적합할 수 있다: pMTL80000 서틀 벡터, pIMP1, pJIR750 및 하기 실시예 단락에서 예시된 플라스미드.
- [0244] 본 발명이 신규 핵산 및 핵산 벡터를 제공하는 정도로 본 발명은 본원에 기재된 핵산, 이들 중 어느 하나에 상보적인 핵산 또는 이들 중 어느 하나의 기능적 등가 변이체의 적어도 일부에 혼성화할 수 있는 핵산도 제공한다. 이러한 핵산은 바람직하게는 엄격한 혼성화 조건 하에서 본원에 기재된 핵산, 이들 중 어느 하나에 상보적인 핵산, 또는 이들 중 어느 하나의 기능적 등가 변이체에 혼성화할 것이다. "엄격한 혼성화 조건"은 핵산이 표준 혼성화 조건, 예컨대, 문헌(Sambrook et al. (1989))에 기재된 혼성화 조건 하에서 표적 주형에 혼성화할 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 핵산의 최소 크기는 주어진 핵산과 이 핵산에 혼성화하도록 디자인된 상보적인 서열 사이에 안정한 혼성체를 형성할 수 있는 크기라는 것이 인식될 것이다. 따라서, 상기 크기는 핵산 조성, 및 상기 핵산과 그의 상보적인 서열 사이의 % 상동성뿐만 아니라 이용되는 혼성화 조건(예를 들면, 온도 및 염 농도)에 의해 좌우된다. 한 실시양태에서, 핵산의 길이는 10개 이상의 뉴클레오타이드, 15개 이상의 뉴클레오타이드, 20개 이상의 뉴클레오타이드, 25개 이상의 뉴클레오타이드 또는 30개 이상의 뉴클레오타이드이다.
- [0245] 본 발명의 핵산은 이중 가닥 핵산 및 단일 가닥 핵산을 포함하는 RNA, DNA 또는 cDNA를 포함하는 임의의 적절한 형태로 존재할 수 있다는 것이 인식되어야 한다.
- [0246] 또한, 본 발명은 본원에 기재된 핵산들 중 임의의 하나 이상을 포함하는 숙주 유기체, 특히 미생물(바이러스, 세균 및 효모를 포함함)을 제공한다.
- [0247] 본 발명은 재조합 미생물을 사용하여 CO를 포함하는 가스 기질을 발효시키는 단계를 포함하는 미생물 발효를 통해 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 제조하는 방법을 제공한다. 일부 실시양태에서, 1-부탄올 또는 이의 전구체는 또 다른 발효 생성물(예를 들면, 에탄올)과 함께 동시 생성된다. 한 실시양태에서, 1-부탄올 또는 이의 전구체는 주 발효 생성물이다. 한 실시양태에서, 상기 재조합 미생물은 본원에서 전술된 바와 같다.
- [0248] 한 실시양태에서, 1-부탄올 및/또는 이의 전구체는 발효액의 ℓ 당 대략 0.075 g(g/ ℓ) 내지 대략 20 g/ ℓ 의 수율로 생성된다. 한 실시양태에서, 상기 수율은 대략 0.15 g/ ℓ 내지 대략 1.54 g/ ℓ 이다. 다른 실시양태에서, 상기 수율은 대략 10 g/ ℓ , 대략 5 g/ ℓ 또는 대략 2 g/ ℓ 이다. 바람직하게는, 1-부탄올의 수율은 부탄올이 세

균에 대한 독성을 나타내게 되는 한계 이하이다.

- [0249] 바람직하게는, 발효는 본원에 기재된 바와 같은 제조합 미생물을 사용하여 바이오반응기에서 기질을 혐기적으로 발효시켜 1-부탄올 및/또는 이의 전구체를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0250] 1-부탄올의 전구체가 본원에서 언급되는 경우, 상기 전구체는 임의적으로 부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소, 이작용성 부티르알데하이드 탈수소효소/부탄올 탈수소효소, 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소 및/또는 페레독신 의존성 알데하이드 산화환원효소의 존재 하에서 1-부탄올로 전환될 수 있다는 것이 예상된다. 바람직하게는, 상기 미생물은 제조합 핵산의 도입 전 및 후에 이들 효소들 중 하나 이상을 생성한다.
- [0251] 본 발명의 한 실시양태에서, 상기 미생물에 의해 발효된 가스 기질은 CO를 함유하는 가스 기질이다. 상기 가스 기질은 산업 공정의 부산물로서 수득되거나 몇몇 다른 공급원, 예컨대, 자동차 배기 연기로부터 수득된 CO 함유 폐가스일 수 있다. 일부 실시양태에서, 상기 산업 공정은 철 금속 생성물 제조, 예컨대, 제철, 비-철 생성물 제조, 석유 정련 공정, 석탄의 가스화, 전력 생산, 카본 블랙 생산, 암모니아 생산, 메탄올 생산 및 코크스 제조로 구성된 군으로부터 선택된다. 이들 실시양태들에서, CO 함유 가스는 대기 내로 방출되기 전에 임의의 편리한 방법의 이용을 통해 산업 공정으로부터 포획될 수 있다. CO는 합성가스(일산화탄소 및 수소를 포함하는 가스)의 구성성분일 수 있다. 산업 공정으로부터 생성된 CO는 통상적으로 연소되어 CO₂를 생성하므로 본 발명은 CO₂ 온실 가스 방출의 감소 및 바이오연료로서 사용될 부탄올의 생성에 있어서 특히 유용하다. 가스 CO 함유 기질의 조성에 따라 상기 기질을 발효에 도입하기 전에 임의의 원치 않는 불순물, 예컨대, 분진 입자를 제거하도록 상기 기질을 처리하는 것이 바람직할 수도 있다. 예를 들면, 공지된 방법을 이용하여 상기 가스 기질을 여과하거나 세정할 수 있다.
- [0252] 세균의 성장 및 1-부탄올로의 CO의 발효가 일어나도록 CO 함유 기질 가스 이외에 적합한 액체 영양 배지를 바이오반응기에 공급할 필요가 있을 것임이 인식될 것이다. 영양 배지는 사용된 미생물의 성장을 허용하기에 충분한 비타민 및 광물을 함유할 것이다. CO를 사용하여 부탄올을 생성하기 위한 발효에 적합한 혐기 배지는 당업계에 공지되어 있다. 예를 들면, 적합한 배지는 문헌(Biebel (2001))에 기재되어 있다. 본 발명의 한 실시양태에서, 상기 배지는 하기 실시예 단락에 기재된 바와 같다.
- [0253] 발효는 바람직하게는 부탄올로의 CO의 발효가 일어나기에 적합한 조건 하에서 수행되어야 한다. 고려되어야 하는 반응 조건은 압력, 온도, 가스 유속, 액체 유속, 배지 pH, 배지 산화환원 전위, 교반 속도(연속 교반 탱크 반응기를 이용하는 경우), 접종 수준, 액체상 중의 CO가 한정되지 않도록 보장하기 위한 최대 가스 기질 농도, 및 생성물 억제를 피하기 위한 최대 생성물 농도를 포함한다.
- [0254] 또한, 기질 스트림의 CO 농도(또는 가스 기질 중의 CO 분압)를 증가시켜 CO가 기질인 발효 반응의 효율을 증가시키는 것이 종종 바람직하다. 증가된 압력에서의 작동은 CO가 가스상으로부터 액체상(여기서 CO는 부탄올의 생성을 위한 탄소 공급원으로서 미생물에 의해 섭취될 수 있음)으로 전달되는 속도의 상당한 증가를 가능하게 한다. 이것은 바이오반응기가 대기압보다 오히려 증압에서 유지될 때 체류 시간(유입 가스 유속으로 나누어진 바이오반응기 내의 액체 부피로서 정의됨)이 감소될 수 있다는 것을 의미한다. 최적 반응 조건은 부분적으로 사용된 본 발명의 구체적인 미생물에 의해 좌우될 것이다. 그러나, 일반적으로 주위 압력보다 더 높은 압력에서 발효를 수행하는 것이 바람직하다. 또한, 부탄올로의 CO의 주어진 전환 속도가 부분적으로 기질 체류 시간의 함수이고 원하는 체류 시간의 달성이 바이오반응기의 필요한 부피를 표시하기 때문에, 가압된 시스템의 사용은 필요한 바이오반응기의 부피를 크게 감소시킬 수 있고 결과적으로 발효 장치의 자본 비용을 크게 감소시킬 수 있다. 미국 특허 제5,593,886호에 제공된 예에 따르면, 반응기 부피는 반응기 작동 압력의 증가에 비례하여 감소될 수 있다(즉, 10 대기압에서 작동되는 바이오반응기는 1 대기압에서 작동되는 바이오반응기의 10분의 1 부피만을 필요로 한다).
- [0255] 증압에서 에탄올로의 가스의 발효를 수행하는 이점은 임의의 문헌에 기재되어 있다. 예를 들면, 국제특허출원 공보 제WO 02/08438호는 각각 150 g/l/일 및 369 g/l/일의 에탄올 생산성을 제공하는, 30 psig 및 75 psig의 압력 하에서 수행된 에탄올로의 가스의 발효를 기술한다. 그러나, 대기압에서 유사한 배지 및 유입 가스 조성물을 사용하여 수행한 예시적 발효는 1일 당 l 당 10배 내지 20배 더 적은 에탄올을 생성하는 것으로 밝혀졌다.
- [0256] 발효 반응을 공급하는 데에 사용된 가스 스트림의 조성은 상기 반응의 효율 및/또는 비용에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 예를 들면, O₂는 혐기성 발효 공정의 효율을 감소시킬 수 있다. 발효 전 또는 후에 발효 공정의 단계에서 원치 않는 또는 불필요한 가스의 프로세싱은 이러한 단계에 대한 부담을 증가시킬 수 있다(예를 들면, 가

스 스트림이 바이오반응기에 들어가기 전에 압축되는 경우, 발효에서 필요하지 않은 가스를 압축하기 위해 불필요한 에너지가 사용될 수 있다). 따라서, 원치 않는 성분을 제거하고 바람직한 성분의 농도를 증가시키기 위해 기질 스트림, 특히 산업 공급원으로부터 유래된 기질 스트림을 처리하는 것이 바람직할 수 있다.

[0257] 일부 실시양태에서, 본 발명의 세균의 배양은 수정 배양 배지에서 유지된다. 바람직하게는, 상기 수정 배양 배지는 최소 혐기성 미생물 성장 배지이다. 적합한 배지는 당업계에 공지되어 있고 예를 들면, 미국 특허 제 5,173,429호 및 제 5,593,886호, 및 국제특허출원 공보 제 WO 02/08438호에 기재되어 있고 하기 실시예 단락에 기재되어 있다.

[0258] 부탄올, 또는 부탄올 및 하나 이상의 다른 알코올을 함유하는 혼합된 알코올 스트림은 당업계에 공지된 방법, 예컨대, 분별 증류 또는 증발, 투과증발(pervaporation) 및 추출 발효(예를 들면, 액체-액체 추출을 포함함)에 의해 발효액으로부터 회수될 수 있다. 부산물, 예컨대, 부티레이트를 포함하는 산도 당업계에 공지된 방법의 이용을 통해 발효액으로부터 회수될 수 있다. 예를 들면, 활성화된 목탄 필터 또는 전기투석을 수반하는 흡착 시스템이 이용될 수 있다. 대안적으로, 연속 가스 스트림핑도 이용될 수 있다.

[0259] 본 발명의 일부 바람직한 실시양태에서, 부탄올 및 부산물은 발효액의 일부를 바이오반응기로부터 연속적으로 제거하고 (편리하게는 여과를 통해) 미생물 세포를 상기 발효액으로부터 분리하고 부탄올 및 임의적으로 산을 상기 발효액으로부터 회수함으로써 상기 발효액으로부터 회수된다. 알코올은 편리하게는 예를 들면, 증류에 의해 회수될 수 있고, 산은 예를 들면, 활성화된 목탄 상에의 흡착에 의해 회수될 수 있다. 분리된 미생물 세포는 바람직하게는 발효 바이오반응기로 되돌아간다. 알코올(들) 및 산(들)이 제거된 후 남아있는 세포 무함유 투과액도 바람직하게는 발효 바이오반응기로 되돌아간다. 영양 배지가 바이오반응기로 되돌아가기 전에 상기 영양 배지를 보충하기 위해 추가 영양분(예컨대, 비타민 B)을 상기 세포 무함유 투과액에 첨가할 수 있다.

[0260] 또한, 아세트산이 활성화된 목탄에 흡착되는 것을 향상시키기 위해 상기 발효액의 pH를 전술된 바와 같이 조절한 경우, 상기 pH는 바이오반응기로 되돌아가기 전에 발효 바이오반응기 내의 발효액의 pH와 유사한 pH로 재조절되어야 한다.

[0261] 본 발명의 한 실시양태에서, 부탄올은 부탄올이 반응기 내의 오일상 내로 회수되는 추출 발효 절차의 이용을 통해 발효 반응으로부터 회수된다. 당업자는 이를 달성하기에 적절한 기법을 용이하게 인식할 것이다.

[0262] **실시예:**

[0263] 본 발명은 하기 비한정적 실시예와 관련하여 보다 상세히 기재될 것이다.

[0264] 클로스트리디움 아세트부틸리쿰으로부터의 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소 및 2개의 전자 전달 플라보단백질 유전자를 조절하는 강한 천연 클로스트리디움 오토에타노게눔 프로모터로 구성된 합성 오페론을 함유하는 플라스미드를 사용하여 유전적 변형을 수행하였다(도 1 및 2). 이 플라스미드를 생체 내에서 신규 메틸전달효소를 사용하여 메틸화시킨 후 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 내로 형질전환시켰다. 주 발효 생성물로서 1-부탄올의 생성이 상이한 산업 가스 스트림(제철소 폐가스, 합성가스) 상에서 나타났다.

[0265] **발현 플라스미드의 구축:**

[0266] 표준 재조합 DNA 및 분자 클로닝 기법이 본 발명에서 사용되었고 문헌(Sambrook et al., 1989 and Ausubel et al., 1987)에 기재되어 있다. 사용된 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824의 부탄올 생합성 유전자의 DNA 서열을 NCBI로부터 획득하였다(표 1). 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM10061의 포스포트랜스아세틸라제/아세트이트 인산화효소 오페론 프로모터를 서열분석하고 표적 유전자의 발현을 위해 사용하였다(표 1). RT-PCR 실험은 이 프로모터가 높은 수준으로 항시적으로 발현된다는 것을 보여주었다(도 8).

[0267] [표 1]

1-부탄올 경로 유전자의 공급원

유전자/프로모터	진뱅크 인용	서열번호
티올라제(<i>thlA</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15896127; 유전자 식별번호:1119056	1
3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소(<i>hbd</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15895965; 유전자 식별번호:1118891	2
크로토나제(<i>crt</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15895969; 유전자 식별번호:1118895	3
부티릴-CoA 탈수소효소(<i>bcd</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15895968; 유전자 식별번호:1118894	4
전자 전달 플라보단백질 A(<i>etfA</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15895966; 유전자 식별번호:1118892	5
전자 전달 플라보단백질 B(<i>etfB</i>)	NC_003030 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824, 완전한 게놈; GI:15895967; 유전자 식별번호:1118893	6
포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터(<i>P_{pta-ack}</i>)	클로스트리디움 오우토에타노게놈 DSM10061	7

[0268]

[0269]

클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 및 클로스트리디움 오우토에타노게놈 DSM10061로부터의 게놈 DNA를 변형된 방법(Bertram and Durre (1989))을 이용하여 분리하였다. 100 ml의 밤샘 배양물을 수거하고(6,000 x g, 15 분, 4℃) 인산칼륨 완충제(10 mM, pH 7.5)로 세척하고 1.9 ml의 STE 완충제(50 mM 트리스-HCl, 1 mM EDTA, 200 mM 수크로스; pH 8.0)에 현탁하였다. 300 μ l의 라이소자임(lysozyme)(약 100,000 U)을 첨가하고 혼합물을 37℃에서 30분 동안 항온처리한 후, 280 μ l의 10%(중량/부피) SDS 용액을 첨가하고 10분 동안 다시 항온처리하였다. 240 μ l의 EDTA 용액(0.5 M, pH 8), 20 μ l의 트리스-HCl(1 M, pH 7.5) 및 10 μ l의 RNase A(퍼멘타스(Fermentas))를 첨가하여 RNA를 실온에서 분해하였다. 그 후, 100 μ l의 단백질분해효소(Proteinase) K(0.5 U)를 첨가하였고 단백질분해가 37℃에서 1시간 내지 3시간 동안 일어났다. 최종적으로, 600 μ l의 과염소산나트륨(5 M)을 첨가한 후 페놀-클로로포름 추출 및 이소프로판올 침전을 수행하였다. DNA 양 및 질을 분광광도법으로 조사하였다.

[0270]

아이프루프 하이 피델리티(iProof High Fidelity) DNA 중합효소(바이오-라드 레이보레이토리스) 및 하기 프로그램을 이용하여 표 2에 기재된 올리고뉴클레오티드를 사용한 PCR로 부탄올 생합성 유전자 및 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터를 증폭하였다: 98℃에서 30초 동안 초기 변성 후, 최종 연장 단계(72℃에서 10분 동안) 전에 변성(98℃에서 10초 동안), 어닐링(50℃ 내지 62℃에서 30초 내지 120초 동안) 및 연장(72℃에서 45초 동안)으로 구성된 32 주기.

[0271]

[표 2]

클로닝을 위한 올리고뉴클레오티드

표적	올리고뉴클레오티드 명칭	DNA 서열(5'에서 3'으로)	서열번호
Ppta-ack	Ppta-ack-NotI-F	GAGCGGCCGCAATATGATATTTATGTCC	8
Ppta-ack	Ppta-ack-NdeI-R	TTCCATATGTTTCATGTTCAATTCCTCC	9
ThlA	ThlA-Cac-NdeI-F	GTTCATATGAAAGAAGTTGTAATAGC	10
ThlA	ThlA-Cac-EcoRI-R	CAAGAATTCCTAGCACTTTTCTAGC	11
crt-bcd-etfB-etfA-hbd 오페론	Crt-Cac-KpnI-F	AAGGTACCTTAGGAGGATTAGTCATGG	12
crt-bcd-etfB-etfA-hbd 오페론	Crt-hbd-Cac-BamHI-R	GAGGATCCGGATTCTTGTAACCTTATTTG	13

[0272]

[0273]

NotI 및 NdeI 제한 부위 및 균주 DH5 α -T1^R(인비트로젠(Invitrogen))을 사용하여 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 오페론(*P_{pta-ack}*)의 증폭된 498 bp 프로모터 영역을 이. 콜라이-클로스트리디움 서틀 벡터

pMTL 85141(서열번호 14; FJ797651.1; Nigel Minton, University of Nottingham; Heap et al., 2009) 내로 클로닝하였다. 생성된 플라스미드 pMTL85145 및 티올라제 유전자의 1,194 bp PCR 생성물 둘다를 *NdeI* 및 *EcoRI* 로 절단하였다. 라이게이션물을 이. 콜라이 XL1-블루 MRF' Kan(스트라타진(Stratagene)) 내로 형질전환시켜 플라스미드 pMTL85145-thlA를 생성하였다. 그 후, *KpnI* 및 *BamHI*, 및 이. 콜라이 ABLE K(스트라타진)를 사용하여 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 *crt-bcd-etfB-etfA-hbd* 오페론의 증폭된 4,764 bp PCR 단편을 이 벡터 내로 클로닝하여 플라스미드 pMTL85145-thlA-crt-hbd를 생성하였다. 최종적으로, 항생제 내성 카세트를 클로람페니콜로부터 클라리쓰로마이신으로 변경하였다. 따라서, 제한 효소 *PmeI* 및 *FseI*을 사용하여 *ermB* 카세트를 벡터 pMTL82254(서열번호 15; FJ797646.1; Nigel Minton, University of Nottingham; Heap et al., 2009)로부터 방출시키고 플라스미드 pMTL85145-thlA-crt-hbd의 *catP* 카세트로 교체하였다. 표 3에 제공된 올리고뉴클레오티드를 사용하여 생성된 발현 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd (서열번호 31)의 삽입물을 완전히 서열분석하였고, 그 결과는 부탄올 생합성 유전자가 돌연변이를 갖지 않는다는 것을 확인시켜주었다(도 3).

[표 3]

서열분석을 위한 올리고뉴클레오티드

올리고뉴클레오티드 명칭	DNA 서열(5'에서 3'으로)	서열번호
seq-ThlA-hbd-3562-4162	CAGAGGATGTTAATGAAGTC	16
seq-ThlA-hbd-4163-4763	GCATCAGGATTAAATGACTG	17
seq-ThlA-hbd-4764-5364	ATAGCGAAGTACTTG	18
seq-ThlA-hbd-5365-5965	GATGCAATGACAGCTTTC	19
seq-ThlA-hbd-5966-6566	GGAACAAAAGGTATATCAGC	20
seq-ThlA-hbd-7168-7768	CGGAGCATTTGATAAAGAA	21
seq-ThlA-hbd-7769-8369	GCTGATTGTACATCACTTGA	22
seq-ThlA-hbd-8370-8870	CCAGAATTAATAGCTCAAGT	23

DNA의 메틸화:

클로스트리디움 오토에타노게눔(서열번호 24), 클로스트리디움 룡달리이(서열번호 25) 및 클로스트리디움 라그스달레이(서열번호 26)로부터의 메틸전달효소 유전자들을 정렬함으로써 유도성 *lac* 프로모터에 융합된 혼성체 메틸전달효소 유전자(서열번호 28)를 디자인하였다(도 4a - 4h). 상기 메틸전달효소 유전자의 발현은 서열번호 28에 따른 메틸전달효소를 생성하였다. 메틸전달효소 아미노산 서열 정렬 데이터는 도 4i에 제시되어 있다. 혼성체 메틸전달효소 유전자(서열번호 27)를 화학적으로 합성하였고 *EcoRI*을 사용하여 벡터 pGS20(서열번호 29; ATG:바이오신세틱스 게엠베하(biosynthetics GmbH), 독일 메르자우젠 소재) 내로 클로닝하였다(도 5). 생성된 메틸화 플라스미드 pGS20-메틸전달효소를 발현 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd와 함께 제한 음성 이. 콜라이 XL1-블루 MRF' Kan(스트라타진) 내로 이중 형질전환시켰다. 1 mM IPTG를 첨가하여 생체내 메틸화를 유도하였고, 퓨어링크™ 하이퓨어(PureLink™ HiPure) 플라스미드 맥시프랩 키트(인비트로젠)를 사용하여 메틸화된 플라스미드를 단리하였다. 생성된 메틸화된 플라스미드 조성물을 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693의 형질전환을 위해 사용하였다.

형질전환:

완전한 형질전환 실험 동안, 문헌(Hungate (1969) and Wolfe (1971))에 기재된 표준 혐기 기술을 이용하여 37 °C에서 탄소 공급원으로서 10 g/ℓ의 프럭토스 및 30 psi 제철소 폐가스(뉴질랜드 글렌브룩의 뉴질랜드 스틸 현장으로부터 수집됨; 조성: 44% CO, 32% N₂, 22% CO₂, 2% H₂)를 갖는 PETC 배지(표 4)에서 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 및 클로스트리디움 룡달리이(DSM13528)를 성장시켰다.

[0280] [표 4]

PETC 배지(ATCC 배지 1754; <http://www.atcc.org/Attachments/2940.pdf>)

배지 성분	배지의 1.0 ℓ 당 농도
NH ₄ Cl	1 g
KCl	0.1 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.2 g
NaCl	0.8 g
KH ₂ PO ₄	0.1 g
CaCl ₂	0.02 g
미량 금속 용액	10 ml
울프(Wolfe's) 비타민 용액	10 ml
효모 추출물	1 g
레사주린(Resazurin)(2 g/ℓ 저장액)	0.5 ml
NaHCO ₃	2 g
환원제	0.006-0.008%(부피/부피)
증류수	1 ℓ 까지, pH 5.5(HCl 로 조절됨)

[0281]

울프 비타민 용액	저장액의 ℓ 당
바이오틴	2 mg
엽산	2 mg
페리독신 하이드로클로라이드	10 mg
티아민·HCl	5 mg
리보플라빈	5 mg
니코틴산	5 mg
칼슘 D-(+)-판토테네이트	5 mg
비타민 B ₁₂	0.1 mg
p-아미노벤조산	5 mg
티옥트산	5 mg
증류수	1 ℓ 까지

[0282]

미량 금속 용액	저장액의 ℓ 당
니트릴로트리아세트산	2 g
MnSO ₄ ·H ₂ O	1 g
Fe(SO ₄) ₂ (NH ₄) ₂ ·6H ₂ O	0.8 g
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0.2 g
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.2 mg
CuCl ₂ ·2H ₂ O	0.02 g
NaMoO ₄ ·2H ₂ O	0.02 g
Na ₂ SeO ₃	0.02 g
NiCl ₂ ·6H ₂ O	0.02 g
Na ₂ WO ₄ ·2H ₂ O	0.02 g
증류수	1 ℓ 까지

[0283]

환원제 저장액	저장액의 100 ml 당
NaOH	0.9 g
시스테인.HCl	4 g
Na ₂ S	4 g
중류수	100 ml까지

[0284]

[0285]

형질전환능 세포를 만들기 위해, 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693의 50 ml 배양물 및 클로스트리디움 룡달리이 DSM13528의 50 ml 배양물을 새로운 배지에서 연속 3일 동안 하위배양하였다. 이들 세포들을 0.05의 OD_{600nm}에서 사용하여 40 mM DL-쓰레오닌을 함유하는 50 ml PETC 배지를 접종하였다. 배양물이 0.4의 OD_{600nm}에 도달하였을 때, 상기 세포들을 혐기 챔버로 옮기고 4,700 x g 및 4℃에서 수거하였다. 상기 배양물을 빙냉 전기천공 완충제(270 mM 수크로스, 1 mM MgCl₂, 7 mM 인산나트륨, pH 7.4)로 2회 세척하고 600 µl 부피의 새로운 전기천공 완충제에 최종적으로 현탁하였다. 이 혼합물을, 1 µg의 메틸화된 플라스미드 혼합물(클로스트리디움 룡달리이의 경우 1 µl의 1형 제한 억제제(에피센터 바이오테크놀로지스(Epicentre Biotechnologies)))을 함유하는 0.4 cm 전극 간극을 갖는 예비냉각된 전기천공 큐비트 내로 옮기고 하기 셋팅을 갖는 진 펄서 엑셀(Gene pulser Xcell) 전기천공 시스템(바이오-라드)을 이용하여 즉시 펄싱하였다: 2.5 kV, 600 Ω 및 25 µF. 3.7 ms 내지 4.0 ms의 시간 상수가 달성되었다. 배양물을 5 ml의 새로운 배지 내로 옮겼다. 튜브 홀더를 갖춘 스펙트로닉 헬리오스 엡실론(Spectronic Helios Epsilon) 분광광도계(써모(Thermo))를 이용하여 세포의 재생을 600 nm의 파장에서 모니터링하였다. 바이오물질의 초기 감소 후, 상기 세포는 다시 성장하기 시작하였다. 일단 바이오물질이 그 점으로부터 2배가 되면, 상기 세포를 수거하고 200 µl의 새로운 배지에 현탁하고 4 µg/µl의 클라리쓰로마이신을 갖는 (1.2% 박토(Bacto)TM 아가(BD)를 함유하는) 선택 PETC 플레이트 상에 플레이팅하였다. 37℃에서 30 psi 제철소 가스로 접종한지 4일 내지 5일 후, 플레이트 당 15개 내지 80개의 콜로니가 명확히 가시화되었다.

[0286]

상기 콜로니를 사용하여 4 µg/µl의 클라리쓰로마이신을 함유하는 2 ml의 PETC 배지를 접종하였다. 성장이 일어났을 때, 4 µg/µl의 클라리쓰로마이신 및 단독 탄소 공급원으로서 30 psi 제철소 가스를 함유하는 5 ml의 PETC 배지에 이어서 50 ml의 상기 PETC 배지로 배양의 규모를 확대하였다.

[0287]

성공적인 형질전환의 확인:

[0288]

클로스트리디움 오토에타노게눔: DNA 전달을 검증하기 위해, 쿼아프랩 스핀 미니프랩(QIAprep Spin Miniprep) 키트(쿼아젠(Qiagen))를 사용하여 10 ml의 배양 부피로부터 플라스미드 미니프랩을 수행하였다. 클로스트리디아의 엑소뉴클레아제 활성으로 인해(Burchhardt and Durre, 1990), 4개의 분석된 클론들로부터 단리된 플라스미드 DNA는 부분적으로 분해되어 있었고 아가로스 겔 상에서 번짐(smear)만을 발생시킨 반면, 원래의 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 균주로부터의 플라스미드 단리는 전혀 신호를 발생시키지 않았다(도 6). 그러나, 단리된 플라스미드 DNA의 질은 상기 플라스미드의 모든 관련된 상이한 영역들을 커버하는 4개의 프라이머 세트를 사용하여 대조군 PCR을 실시하기에 충분하였다(표 5). 표준 조건(95℃에서 5분; 95℃에서 30초, 50℃에서 30초 및 72℃에서 1분으로 구성된 32 주기; 72℃에서 10분)을 이용하여 일루스트라 퓨레택 레디-투-고(illustra PuReTaq Ready-To-Go)TM PCR 비드(지이 헬스케어(GE Healthcare))로 상기 PCR을 수행하였다. 모든 4개의 분석된 형질전환체의 PCR은 원래의 메틸화된 플라스미드 혼합물을 주형으로서 사용하였을 때와 동일한 신호를 발생시켰다(도 6). 추가 대조군으로서, 1 µl의 부분적으로 분해된 단리된 플라스미드 각각을 이. 콜라이 XL1-블루 MRF' Kan(스트라타진) 내로 다시 형질전환시켰고, 이들로부터 상기 플라스미드를 깨끗이 단리하여 제한 분해로 검증할 수 있었다.

[0289]

상기 4개의 클론들의 본질을 확인하기 위해, 40 ml의 배양물 각각으로부터 게놈 DNA를 단리하였고(상기 참조) 일루스트라 퓨레택 레디-투-고TM PCR 비드(지이 헬스케어) 및 표준 조건(95℃에서 5분; 95℃에서 30초, 50℃에서 30초 및 72℃에서 1분으로 구성된 32 주기; 72℃에서 10분)을 사용하여 16S rRNA 유전자에 대한 PCR을 수행하였다(표 5; Weisberg et al., 1991). 각각의 PCR 생성물을 정제하고 서열분석을 수행하였다. 모든 클론들의 서열들은 클로스트리디움 오토에타노게눔의 16S rRNA 유전자(서열번호 30; Y18178, GI:7271109)에 대해 99.9% 이상의 동일성을 보였다.

[0290]

각각의 균주를 2010년 10월 26일자로 수탁번호 DSM24138 하에 DSMZ(Deutsche Sammlung fuer Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, 독일 브라운슈바이그 소재)에 기탁하였다.

[0291] 클로스트리디움 룡달리이: 클로스트리디움 룡달리이 형질전환체를 동일한 방법 및 프라이머 세트를 사용하여 확인하였다. 16S rRNA 유전자의 서열분석은 클로스트리디움 룡달리이의 16S 유전자(서열번호 119; CP001666, GI:300433347)와의 100% 일치율을 보여주었다.

[0292] [표 5]

플라스미드 및 종의 PCR 확인을 위한 올리고뉴클레오타이드

표적 영역	올리고뉴클레오타이드 명칭	DNA 서열(5'에서 3'으로)	서열번호
16s rRNA 유전자	fD1	CCGAATTCGTCGACAACAGAGTTTGATCC TGGCTCAG	135
16s rRNA 유전자	rP2	CCCGGGATCCAAGCTTACGGCTACCTTGT TACGACTT	32
항생제 내성 카세트(<i>ermB</i>)	ermB-F	TTTGAATTAAGAAGGAG	33
항생제 내성 카세트(<i>ermB</i>)	ermB-R	GTAGAATCCTTCTTCAAC	34
삽입물 1(<i>thlA</i>)	ThlA-Cac-NdeI-F	GTTCATATGAAAGAAGTTGTAATAGC	10
삽입물 1(<i>thlA</i>)	ThlA-Cac-EcoRI-R	CAAGAATTCTAGCACTTTTCTAGC	11
삽입물 2(<i>crt-bcd-etfAB-hbd</i>)	Crt-보존된-F	GCTGGAGCAGATAT	35
삽입물 2(<i>crt-bcd-etfAB-hbd</i>)	Crt-보존된-R	GCTGTCATTCTTC	36
복제 기점(ColE1)	ColE1-F	CGTCAGACCCCGTAGAAA	37
복제 기점(ColE1)	ColE1-R	CTCTCCTGTTCCGACCCT	38

[0293]

[0294] 1-부탄올 생성:

[0295] 단일 에너지 및 탄소 공급원으로서의 CO로부터 1-부탄올이 생성된다는 것을 입증하기 위해, 효모 추출물 및 프리크토스를 갖지 않는 PETC 배지를 제조하고 부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 신규 클로스트리디움 오토에타노게눔 및 클로스트리디움 룡달리이 균주로 접종하였다. 2개의 산업 공급원, 즉 제철소 페가스(뉴질랜드 글렌브룩의 뉴질랜드 스틸 현장으로부터 수집됨; 조성: 44% CO, 32% N₂, 22% CO₂, 2% H₂) 및 합성가스(레인지 퓨얼스 인코포레이티드(Range Fuels Inc.), 미국 콜로라도주 브룸필드 소재; 조성: 29% CO, 45% H₂, 13% CH₄, 12% CO₂, 1% N₂)로부터 유래된 30 psi의 CO 함유 가스 스트림을 사용하여 병을 가압하였다. 1-부탄올 생성은 여러 하위배양 기간에 걸쳐 상기 두 균주 및 두 가스 혼합물을 사용하였을 때 입증될 수 있었다. 부티레이트의 동시 생성도 관찰되었다. 동일한 조건 하에서 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 및 클로스트리디움 룡달리이 DSM13528의 비변형된 균주의 샘플에서는 1-부탄올 및 부티레이트 중 어느 것도 검출되지 않았다.

[0296] 35°C에서 작동되는 RID(굴절 지수 검출기) 및 60°C에서 유지된 알테크(Alltech) IOA-2000 유기산 컬럼(150 x 6.5 mm, 입자 크기 5 µm)을 갖춘 아질런트(Agilent) 11000 시리즈 HPLC 시스템을 이용하는 HPLC로 대사물질의 분석을 수행하였다. 약간 산성화된 물(0.005 M H₂SO₄)을 0.7 ml/분의 유속으로 이동상으로서 사용하였다. 단백질 및 다른 세포 잔류물을 제거하기 위해, 400 µl의 샘플을 100 µl의 2%(중량/부피) 5-설포살리실산과 혼합하고 14,000 x g에서 3분 동안 원심분리하여 침전된 잔류물을 분리하였다. 그 다음, 분석을 위해 10 µl의 상청액을 HPLC 내로 주입하였다.

[0297] 혈청 병 실험에서, 가장 높은 1-부탄올 생성은 부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 2개 정적 배양물에서 관찰되었다. 이들 배양물에서, 1-부탄올은 1.54 g/l (25.66 mM)의 양으로 관찰된 주 발효 최종 생성물이었다(표 6, 도 7). 다른 대사물질의 생성은 에탄올, 아세테이트 및 2,3-부탄디올만을 생성하는 원래의 균주 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693에 비해 감소되었다. 탄소 유동이 1-부탄올 생성을 향하여 이동하였지만, 대사 최종 생성물 내로 도입된 총 탄소의 양은 거의 동일하게 유지되었다(표 6). 20%의 약간의 증가는 각각 에탄올 및 아세테이트에 비해 1-부탄올 및 부티레이트의 생성에 의해 없어진 가위의 환원 당량의 결과일 가능성이 있다. 통상적으로 전자 싱크(sink)로서 작용하는 2,3-부탄디올의 생성은 완전히 감소되었다.

[0298] [표 6]

원래의 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 에 비해 부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd 를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔의 대사물질 생성 및 탄소 잔여량

생성물	M [g/mol]	P [g/cm ³]	탄소 원자	원래의 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693			클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693 + pMTL85245-thlA-crt-bcd		
				생성물 [g/l]	생성물 [mmol/l]	탄소 [mmol/l]	생성물 [g/l]	생성물 [mmol/l]	탄소 [mmol/l]
에탄올	46.08	0.789	2	1.02	28.06	56.11	0.37	10.18	20.35
아세트레이트	60.05	1.049	2	1.87	29.69	59.37	0.30	4.76	9.52
2,3-부탄디올	90.12	0.987	4	0.18	2.02	8.09	0	0	0
1-부탄올	74.12	0.810	4	0	0	0	1.54	25.66	102.63
부티레이트	88.11	0.960	4	0	0	0	0.31	3.67	14.67
총계						123.58			147.17

[0299]

[0300]

1-부탄올 생성은 부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 룡달리이 DSM13528의 배양물에서도 최대 0.36 g/ℓ (6 mM)의 상당한 양으로 관찰되었지만, 동일한 플라스미드를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693에 비해 낮았다. 이것은 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693이 개선된 알코올 생성을 갖는 균주이고 상응하게 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM23693의 비변형된 균주가 클로스트리디움 룡달리이 DSM13528의 비변형된 균주보다 더 많은 에탄올 및 더 적은 아세트레이트를 생성한다는 것으로서 설명될 수 있다(상기 균주 둘다 부탄올 및 부티레이트 중 어느 것도 생성하지 못한다).

[0301]

부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 룡달리이는 클로스트리디움 오토에타노게눔보다 더 낮은 1-부탄올:부티레이트 비를 갖는다. 그러나, 1-부탄올 대 부티레이트의 비는 공정 조건에 의해 변경될 수 있다. 이것은 균주 클로스트리디움 오토에타노게눔 및 클로스트리디움 룡달리이 둘다에서 주 발효 생성물로서의 1-부탄올의 생성뿐만 아니라 주 발효 생성물로서의 부티레이트의 생성도 가능하게 한다. 혈청 병 실험에서, 50:1 내지 1:30의 1-부탄올:부티레이트의 물비가 클로스트리디움 오토에타노게눔을 사용한 경우 관찰되었고, 20:1 내지 1:30의 1-부탄올:부티레이트의 물비가 클로스트리디움 룡달리이를 사용한 경우 관찰되었다. 진탕 하에서 배양된 배양물은 정적 배양물에 비해 일반적으로 보다 높은 부티레이트 및 보다 낮은 1-부탄올 수준을 생성하였다. 상부공간에서 CO(및 H₂)의 농도 또한 1-부탄올:부티레이트 비에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 상부공간 내에 보다 적은 CO를 갖는 배양물에서, 부티레이트 생성은 보다 유리하였고 주 발효 생성물로서 생성될 수 있었다. 상응하게, 수행된 혈청 병 실험에서 CO 회박 합성가스(29% CO)보다 CO 풍부 제철소 가스(44% CO)에 대해 보다 높은 1-부탄올 역가가 관찰되었다. 최대 1.08 g/ℓ (12.8 mM)의 부티레이트가 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔을 사용한 경우 관찰되었고, 1.03 g/ℓ (12.5 mM)의 수준이 동일한 플라스미드를 보유하는 클로스트리디움 룡달리이를 사용한 경우 관찰되었다. 이 효과는 시스템 내로 도입되는 가외의 탄소, 및 일산화탄소 탈수소효소(CODH)에 의한 CO 산화로부터 발생된 추가 환원력에 의해 설명될 수 있다.

[0302]

부티레이트 및 부탄올로의 부티릴-CoA의 전환:

[0303]

발현 플라스미드는 아세트-CoA로부터 부티릴-CoA를 생성하는 데에 필요한 유전자만을 함유한다. 그 후, 부티릴-CoA는 부티르알데하이드 탈수소효소 및 부탄올 탈수소효소의 작용에 의해 부탄올로 직접적으로 전환될 수 있다(도 1). 제2 가능성은 부티릴-CoA가 포스포트랜스부티릴라제 및 부티레이트 인산화효소를 통해 부티레이트로 전환되고(도 1), 이 경우 ATP는 기질 수준 인산화(SLP)를 통해 획득된다. 우드-룡달 경로의 작동이 ATP를 필요로 하기 때문에, 초산생성 세포는 SLP로부터의 ATP에 의존하고, 이것은 공지된 모든 초산생성 세균이 아세트레이트를 생성한다는 사실에도 반영된다(Drake et al., 2006). 그러나, 재조합 세포는 부티레이트를 생성함으로써 SLP를 통해 ATP를 발생시킬 수도 있다. 그 후, 부티레이트는 알데하이드:페레독신 산화환원효소(AOR)를 통해 부티르알데하이드로 더 환원될 수 있다(도 1). 이 반응은 우드-룡달 경로의 초기 단계인 일산화탄소 탈수소효소를 통한 CO의 산화(CO + Fd_{환원} → CO₂ + Fd_{산화})에 의해 제공된 환원된 페레독신에 의해 유발될 수 있었다. 그 후, 부티르알데하이드는 부탄올 탈수소효소를 통해 부탄올로 전환될 수 있다(도 1). 외부적으로 첨가된 부티레이트가 클로스트리디움 오토에타노게눔의 배양물에 의해 부탄올로 전환되는 것은 입증되었다(국제특허출원 공보 제

WO2009/113878호).

[0304]

부티르알데하이드 탈수소효소, 부탄올 탈수소효소, 포스포트랜스부티릴라제, 부티레이트 인산화효소 및 알데하이드:페레독신 산화환원효소 활성을 갖는 각각의 유전자/효소가 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이에서 본 발명자들에 의해 확인되었다(표 7 내지 10). BLAST(Altschul et al., 1990), COG(Tatusov et al., 2003) 및 TIGRFAM(Haft et al., 2002) 데이터베이스를 이용하여 잠재적인 유전자 및 효소를 특징규명된 유전자 및 효소와 비교함으로써 예측하였다. PROSITE(Hulo et al., 2008) 및 Pfam(Finn et al., 2010) 데이터베이스에 대한 모티프 스캔을 수행하였다. 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이의 게놈은 알코올 및 알데하이드 탈수소 효소 활성을 갖는 효소를 코딩하는 여러 유전자들을 함유한다. 표 7 내지 10에 표시된 바와 같이, 이들 중 일부는 클로스트리디움 아세트부틸리쿰, 클로스트리디움 베이제린키이 또는 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 특징규명된 부티르알데하이드 및 부탄올 탈수소효소에 대해 70% 초과 높은 상동성을 갖는 것으로 밝혀졌지만, 나머지는 이들 효소들에 대해 적어도 40%의 동일성을 가졌다. 모든 3개의 게놈이 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소 활성을 갖는 1개의 효소 및 아세테이트/부티레이트 인산화효소 활성을 갖는 1개의 효소를 정확히 코딩한다. 클로스트리디움 오토에타노게눔, 클로스트리디움 룡달리이 및 클로스트리디움 라그스달레이는 각각 2개의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 유전자를 보유한다.

[0305]

[표 7]

부티르알데하이드 및 부탄올 탈수소효소 활성을 잠재적으로 부여하는
클로스트리디움 오토에타노게눔의 유전자

서열	설명	특징규명된 효소와의 동일성(단백질)
서열번호 39-40	이작용성 부탄올/ 부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 644/861(75%), 양성 = 748/861(87%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 594/858(70%), 양성 = 730/858(86%), e-값 = 0.0)
서열번호 41-42	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 367/504(73%), 양성 = 437/504(87%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (354/504(71%), 양성 = 440/504(88%), e-값 = 0.0)
서열번호 43-44	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 173/352(50%), 양성 = 236/352(68%), e-값 = 1e-91) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 160/374(43%), 양성 = 234/374(63%), e-값 = 5e-87) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE1 (동일성 = 158/366(44%), 양성 = 235/366(65%), e-값 = 5e-82) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소 Ald (동일성 = 110/354(32%), 양성 = 184/354(52%), e-값 = 9e-44) - 클로스트리디움 사카로퍼부틸아세토니쿰으로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소(111/354(32%), 양성 = 182/354(52%), e-값 = 2e-44)
서열번호 45-46	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 188/477(40%), 양성 = 270/477(57%), e-값 = 9e-84) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 164/428(39%), 양성 = 256/428(60%), e-

[0306]

		값 = $1e^{-79}$)
서열번호 119-120	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 285/388(74%), 양성 = 334/388(87%), e-값 = $7e^{-177}$) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 163/396(42%), 양성 = 237/396(60%), e-값 = $4e^{-80}$)
서열번호 121-122	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 271/388(70%), 양성 = 328/388(85%), e-값 = $3e^{-168}$) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/403(42%), 양성 = 240/403(60%), e-값 = $3e^{-83}$)
서열번호 51-52	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (246/315(79%), 양성 = 287/315(92%), e-값 = $1e^{-153}$) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (208/312(67%), 양성 = 260/312(84%), e-값 = $4e^{-128}$)
서열번호 53-54	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소(동일성 = 264/388(69%), 양성 = 326/388(85%), e-값 = $5e^{-163}$) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/410(42%), 양성 = 246/410(60%), e-값 = $5e^{-82}$) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 162/402(41%), 양성 = 240/402(60%), e-값 = $2e^{-78}$)
서열번호 55-56	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhA (동일성 = 161/388(42%), 양성 = 243/388(63%), e-값 = $7e^{-92}$) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhB (동일성 = 155/389(40%), 양성 = 242/389(63%), e-값 = $4e^{-85}$)
서열번호 57-58	부탄올 탈수소효소	클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 156/385(41%), 양성 = 236/385(62%), e-

[0307]

		값 = $1e-72$) 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 154/412(38%), 양성 = 233/412(57%), e-값 = $8e-70$)
서열번호 59-60	포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 포스페이트 부티릴 전달효소 (동일성 = 85/338(26%), 양성 = 146/338(44%), e-값 = $2e-12$)
서열번호 61-62	아세테이트/부티레이트 인산화효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 부티레이트 인산화효소 (동일성 = 49/175(28%), 양성 = 78/175(45%), e-값 = $5e-08$)
서열번호 63-64	알데하이드:페레독신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (동일성 = 183/618(30%), 양성 = 311/618(51%), e-값 = $6e-72$)
서열번호 65-66	알데하이드:페레독신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (동일성 = 191/633(31%), 양성 = 308/633(49%), e-값 = $2e-70$)

[0308]

[0309]

[표 8]

부티르알데하이드 및 부탄올 탈수소효소 활성을 잠재적으로 부여하는
클로스트리디움 룡달리이의 유전자

서열	설명	특징규명된 효소와의 동일성(단백질)
서열번호 67-68	이작용성 부탄올/ 부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 644/862(75%), 양성 = 751/862(88%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 592/858(69%), 양성 = 729/858(85%), e-값 = 0.0)
서열번호 69-70	이작용성 부탄올/ 부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 636/860(74%), 양성 = 752/860(88%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 585/858(69%), 양성 = 733/858(86%), e-값 = 0.0)
서열번호 71-72	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 209/429(49%), 양성 = 286/429(67%), e-값 = 4e-111) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 196/467(42%), 양성 = 286/467(62%), e-값 = 1e-102) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE1 (동일성 = 193/443(44%), 양성 = 283/443(64%), e-값 = 7e-100) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소 Ald (동일성 = 125/409(31%), 양성 = 206/409(51%), e-값 = 3e-49) - 클로스트리디움 사카로퍼부틸아세토니쿰으로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소 (124/409(31%), 양성 = 204/409(50%), e-값 = 2e-48)
서열번호 73-74	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 188/477(40%), 양성 = 270/477(57%), e-값 = 9e-84) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의

[0310]

		이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 164/428(39%), 양성 = 256/428(60%), e-값 = 1e-79)
서열번호 75-76	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 285/388(74%), 양성 = 335/388(87%), e-값 = 9e-177) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 164/396(42%), 양성 = 238/396(61%), e-값 = 1e-80)
서열번호 77-78	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 281/388(73%), 양성 = 327/388(85%), e-값 = 2e-173) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/403(42%), 양성 = 240/403(60%), e-값 = 3e-83)
서열번호 79-80	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 264/388(69%), 양성 = 326/388(85%), e-값 = 5e-163) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/410(42%), 양성 = 246/410(60%), e-값 = 4e-82) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 162/402(41%), 양성 = 240/402(60%), e-값 = 2e-78)
서열번호 81-82	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhA (동일성 = 161/388(42%), 양성 = 243/388(63%), e-값 = 7e-92) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhB (동일성 = 155/389(40%), 양성 = 242/389(63%), e-값 = 4e-85)
서열번호 83-84	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 150/389(39%), 양성 = 233/389(60%), e-값 = 7e-73) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 154/412(38%), 양성 = 233/412(57%), e-값 = 8e-70)

[0311]

서열번호 85-86	포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 포스페이트 부티릴전달효소 (91/340(27%), 양성 = 156/340(46%), e-값 = 1e-16)
서열번호 87-88	아세테이트/부티레 이트 인산화효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 부티레이트 인산화효소 (49/162(31%), 양성 = 77/162(48%), e-값 = 5e-08)
서열번호 89-90	알데하이드:페레독 신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (188/631(30%), 양성 = 318/631(51%), e-값 = 3e-11)
서열번호 91-92	알데하이드:페레독 신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (동일성 = 191/633(31%), 양성 = 308/633(49%), e-값 = 2e-70)

[0312]

[0313]

[표 10]

부티르알데하이드 및 부탄올 탈수소효소 활성을 잠재적으로 부여하는
클로스트리디움 라그스달레이의 유전자

서열	설명	특징규명된 효소와의 동일성
서열번호 93-94	이작용성 부탄올/ 부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 645/861(75%), 양성 = 751/861(88%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 591/858(69%), 양성 = 731/858(86%), e-값 = 0.0)
서열번호 95-96	이작용성 부탄올/ 부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 639/860(75%), 양성 = 752/860(88%), e-값 = 0.0) - 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 591/858(69%), 양성 = 735/858(86%), e-값 = 0.0)
서열번호 97-98	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 214/457(47%), 양성 = 294/457(65%), e-값 = 5e-111) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 200/457(44%), 양성 = 283/457(62%), e-값 = 1e-103) - 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE1 (동일성 = 198/457(44%), 양성 = 289/457(64%), e-값 = 4e-101) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소 Ald (동일성 = 125/409(31%), 양성 = 206/409(51%), e-값 = 3e-49) - 클로스트리디움 사카로퍼부틸아세토니쿰으로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소 (동일성 = 123/409(31%), 양성 = 205/409(51%), e-값 = 1e-48)
서열번호 99-100	부티르알데하이드 탈수소효소	- 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 188/477(40%), 양성 = 270/477(57%), e-값 = 9e-84) - 클로스트리디움 아세트부틸리쿰 ATCC824 로부터의

[0314]

		이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 164/428(39%), 양성 = 256/428(60%), e-값 = 1e-79)
서열번호 101-102	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 285/388(74%), 양성 = 335/388(87%), e-값 = 9e-177) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 164/396(42%), 양성 = 238/396(61%), e-값 = 1e-80)
서열번호 103-104	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 281/388(73%), 양성 = 327/388(85%), e-값 = 2e-173) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/403(42%), 양성 = 240/403(60%), e-값 = 3e-83)
서열번호 105-106	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 264/388(69%), 양성 = 326/388(85%), e-값 = 5e-163) - 클로스트리디움 베이제린키이 NCIMB8052 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 169/410(42%), 양성 = 246/410(60%), e-값 = 4e-82) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 162/402(41%), 양성 = 240/402(60%), e-값 = 2e-78)
서열번호 107-108	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhA (동일성 = 162/388(42%), 양성 = 243/388(63%), e-값 = 3e-92) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 NADH-의존성 부탄올 탈수소효소 BdhB (동일성 = 155/389(40%), 양성 = 242/389(63%), e-값 = 6e-85)
서열번호 109-110	부탄올 탈수소효소	- 클로스트리디움 사카로부틸리쿰으로부터의 NADPH-의존성 부탄올 탈수소효소 (동일성 = 147/389(38%), 양성 = 227/389(59%), e-값 = 3e-71) - 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 이작용성 알데하이드/알코올 탈수소효소 AdhE2 (동일성 = 155/412(38%), 양성 = 233/412(57%), e-값 = 2e-70)

[0315]

서열번호 111-112	포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 포스페이트 부티릴전달효소 (87/325(27%), 양성 = 148/325(46%), e-값 = 2e-16)
서열번호 113-114	아세테이트/부티 레이트 인산화효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 부티레이트 인산화효소 (동일성 = 49/162(31%), 양성 = 77/162(48%), e-값 = 4e-11)
서열번호 115-116	알데하이드:페레 독신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (동일성 = 187/633(30%), 양성 = 319/633(51%), e-값 = 3e-74)
서열번호 117-118	알데하이드:페레 독신 산화환원효소	클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소 (동일성 = 187/633(30%), 양성 = 302/633(48%), e-값 = 1e-69)

[0316]

[0317] 유전자 발현 연구

- [0318] 부탄올 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd를 보유하는 클로스트리디움 오토에타노게눔에서 도입된 티올라제, 3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소, 크로토나제, 부티릴-CoA 탈수소효소, 전자 전달 플라보단백질 A 및 전자 전달 플라보단백질 B 유전자의 성공적인 발현을 확인하기 위해 유전자 발현 연구를 수행하였다. 추가로, 클로스트리디움 오토에타노게눔의 게놈에서 확인된 잠재적인 부티르알데하이드, 부탄올 탈수소효소, 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소, 아세테이트/부티레이트 인산화효소, 알데하이드:페레독신 산화환원효소 유전자의 선택(표 7)도 표준 발효 조건 하에서 발현되는 것으로 밝혀졌다(도 60).
- [0319] 샘플을 원심분리(6,000 x g, 5분, 4℃)로 수거하였다. 세포 펠렛을 100 μ l의 라이소자임 용액(50,000 U의 라이소자임, 0.5 μ l의 10% SDS, 10 mM 트리스-HCl, 0.1 mM EDTA; pH 8)에 현탁하여 RNA를 단리하였다. 5분 후, 350 μ l의 용해 완충제(10 μ l의 2-머캅토에탄올을 함유함)를 첨가하였다. 세포 현탁액을 18 내지 21 게이지 바늘에 5회 통과시킴으로써 기계적으로 파괴하였다. 그 후, 퓨어링크™ RNA 미니 키트(인비트로젠)를 사용하여 RNA를 단리하고 100 μ l의 RNase 무함유 물로 용출하였다. 상기 RNA를 PCR 및 겔 전기영동을 통해 확인하고 분광광도계로 정량하고 필요한 경우 DNase I(로슈(Roche))로 처리하였다. 바이오분석기(아질런트 테크놀로지스(Agilent Technologies))를 이용하여 RNA의 질 및 온전성을 조사하였다. 슈퍼스크립트(SuperScript) III 역전사효소 키트(인비트로젠)를 사용하여 역전사 단계를 수행하였다. 25 ng의 cDNA 주형, 67 nM의 각각의 프라이머(표 11) 및 1x iQ SYBR 그린 슈퍼믹스(Green Supermix)(바이오-라드 레이보레이토리스, 미국 캘리포니아주 94547 허큘레스 소재)를 사용하여 RT-PCR 반응을 MyiQ 단색 실시간 PCR 검출 시스템(바이오-라드 레이보레이토리스)에서 15 μ l의 반응 부피로 수행하였다. 구아닐레이트 인산화효소 및 포르메이트 테트라하이드로폴레이트 연결효소(ligase)를 하우스킵핑 유전자로서 사용하였고 비-주형 대조군을 포함시켰다. 반응 조건은 다음과 같았다: 95℃에서 3분 후, 95℃에서 15초, 55℃에서 15초 및 72℃에서 30초로 구성된 40 주기. 프라이머 이량체화 또는 증폭의 다른 인공물을 검출하기 위해 RT-PCR의 완료 직후에 용융 곡선 분석을 수행하였다(1℃/초의 속도로 58℃ 내지 95℃의 38 주기).
- [0320] 모든 이중 유전자들에 대한 mRNA는 성공적으로 검출될 수 있었는데, 이것은 상기 유전자들이 발현된다는 것을 보여준다. 모든 유전자들에 대한 신호는 유사한 수준으로 존재하였다.

[0321] [표 11]

qRT-PCR 을 위한 올리고뉴클레오타이드

표적	올리고뉴클레오타이드 명칭	DNA 서열(5'에서 3'으로)	서열번호
구아닐레이트 인산화효소	GnK-F	TCAGGACCTTCTGGAACCTGG	131
	GnK-R	ACCTCCCTTTTCTTGGAGA	132
포르메이트 테트라하이드로폴레이트 연결효소	FoT4L-F	CAGGTTTCGGTGTGACCTA	133
	FoT4L-R	AACTCCGCGTGTATTTC	134
티올라제	th1A-RT-F	TTGATGAAATGATCACTGACGGATT	123
	th1A-RT-R	GAAATGTTCCATCTCTCAGCTATGT	124
3-하이드록시부티릴-CoA 탈수소효소	hdb-RT-F	CATCACTTTCAATAACAGAAGTGGC	125
	hbd-RT-R	TACCTCTACAAGCTTCATAACAGGA	126
부티릴-CoA 탈수소효소	bcd-RT-F	AAAATGGGTCAGTATGGTATGATGG	127
	bcd-RT-R	TGTAAGTACGCAAACTTTGATAAT	128
전자 전달 플라보단백질 A	etfA-RT-F	CAAGTTTACTTGGTGAACAATAGC	129
	etfA-RT-R	GAGTTGGTCTTACAGTTTACCAGT	130
이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 39)	adhE-RT-F	CGGCTGCTCAAAGAAATTTTCTAGC	137
	adhE-RT-R	CCAGAACTCCGCGAGTCTTTTACCC	138
부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 41)	Bld1-RT-F	GGCAGTAGAAGAAAGCGGAATGG	139
	Bld1-RT-R	AAAGCCTGCATCTCTCTCTAAAACCTCC	140
부티르알데하이드 탈수소효소(서열번호 45)	Bld2-RT-F	TAATGATTGTCTCTCCATCCAAGAATCC	141
	Bld2-RT-R	TCCGATTCTCTCCGCCATACG	142
부탄올 탈수소효소(서열번호 53)	BDH1-RT-F	AGCTGTAGTAGTGTGGAGGAGGATCC	143
	BDH1-RT-R	CACAGACGGATCTGGTTCAACACC	144
부탄올 탈수소효소(서열번호 57)	BDH2-RT-F	GAATCTATTCAACTTTTAGAGCAAGTCACTGG	145
	BDH2-RT-R	CAACGGAACCTTATCCAGCTTTGC	146
포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소(서열번호 59)	Pta-RT-F	GATGCTTTTTATGAATTGAGAAAGAAGAAGG	147
	Pta-RT-R	TGAAACCAATCCATCTGCATCTCC	148
아세테이트/부티레이트 인산화효소(서열번호 61)	Ack-RT-F	TGCAAGATGAAAGTGTGTAGCAAAGG	149
	Ack-RT-R	ACTTTGTGTCTTCCATTGGTTGC	150
알데하이드:페레독신산화 환원효소(서열번호 63)	AOR1-RT-F	CTTCAACAGGAAACAGATTGAGAGC	151
	AOR1-RT-R	CCAACACCAACACGTCCTGC	152
알데하이드:페레독신산화 환원효소(서열번호 65)	AOR2-RT-F	GGTTGGGATATGATAATAGTAGAGGATAAGGC	153
	AOR2-RT-R	GTAACCTTTTCCCAAAGCTGTGACG	154

[0322]

[0323]

본 발명은 당업자가 과도한 실험 없이 본 발명을 실시할 수 있도록 일부 바람직한 실시양태들과 관련하여 본원에 기재되어 있다. 그러나, 당업계에서 통상의 기술을 가진 자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 많은 구성요소들 및 파라미터들이 일정한 정도까지 변경되거나 변형될 수 있거나 공지된 등가물로 치환될 수 있다는 것을 용이하게 인식할 것이다. 이러한 변형 및 등가물은 개별적으로 기재된 것처럼 본원에 도입된다는 것이 인식되어야 한다. 표제, 제목 등은 당업자에 의한 본 명세서의 이해를 향상시키기 위해 제공되고 본 발명의 범위를 한정하기 위한 것으로 판독되어서는 안 된다.

[0324]

상기 및 하기에서 인용된 모든 출원들, 특허들 및 공개문헌들의 전체 개시내용은 존재하는 경우 참고로 본원에 도입된다. 그러나, 본 명세서에서 임의의 출원, 특허 및 공개문헌의 언급은 이들이 전세계 임의의 국가에서 유효한 종래기술을 구성하거나 통상의 일반적인 지식의 일부를 형성한다는 것을 인정하거나 임의의 형태로 암시하는 것이 아니고 이러한 인정 또는 암시로서 해석되어서는 안 된다.

[0325]

문맥이 달리 요구하지 않는 한, 본 명세서 및 하기 임의의 청구항 전체에서 용어 "포함한다", "포함하는" 등은 배타적인 의미와 반대로 포괄적인 의미, 즉 "포함하나 이들로 한정되지 않는"의 의미로 간주되어야 한다.

[0326]

참고문헌:

- Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW, Lipman DJ (1990) Basic local alignment search tool *J Mol Biol* 215: 403-410.
- Ausubel FM, Brent R, Kingston RE, Moore DD, Seidman JG, Smith JA, Struhl K (1987) Current protocols in molecular biology. John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, NJ.
- Bertram J, Dürre P (1989) Conjugal transfer and expression of streptococcal transposons in *Clostridium acetobutylicum*. *Arch Microbiol* 151: 551-557.
- Biebel (2001). *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 27, 18-26.
- Burchhardt G and Dürre P (1990) Isolation and characterization of DNase-deficient mutants of *Clostridium acetobutylicum*. *Curr Microbiol* 21: 307-311.
- Carbone A, Zinovyev A and Kepes F (2003) Codon adaptation index as measure of dominating codon bias. *Bioinformatics* 19: 2005-2015.
- Drake HL, Küsel K, Matthies C, Acetogenic prokaryotes. In: Dworkin M, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E The Prokaryotes, 3rd edition, vol. 2 (Ecophysiology and Biochemistry). Springer, NY: 354-420.
- Finn RD, Mistry J, Tate J, Coghill P, Heger A, Pollington JE, Gavin OL, Gunasekaran P, Ceric G, Forslund K, Holm L, Sonnhammer EL, Eddy SR, Bateman A (2010) The Pfam protein families database. *Nucleic Acids Res* 38: D211-222.
- Haft DH, Selengut DH, White O (2003) The TIGRFAMs database of protein families. *Nucleic Acids Res* 31: 371-373.
- Heap JT, Pennington OJ, Cartman ST, and Minton NP (2009) A modular system for *Clostridium* shuttle plasmids. *J Microbiol Methods* 78: 79-85.
- Hulo N, Bairoch A, Bulliard V, Cerutti L, Cuče BA, de Castro E, Lachaize C, Langendijk-Genevaux PS, Sigrist CJ (2008) The 20 years of PROSITE *Nucleic Acids Res* 36: D245-249.
- Hungate RE (1969) A roll tube method for cultivation of strict anaerobes, in Norris JR and Ribbons DW (eds.), *Methods in Microbiology*, vol. 3B. Academic Press, New York, NY: 117-132.
- Inui, et al. *Appl Microbiol Biotechnol* (2008) 77:1305-1316
- Köpke M, Dürre P (2010) Biochemical production of biobutanol, in Luque R, Campelo J, Clark JH (Eds.): *Handbook of biofuel production - Processes and technologies*, Woodhead Publishing, Cambridge, UK: 221-257.
- Liou JS, Balkwill DL, Drake GR, Tanner RS (2010) *Clostridium carboxidivorans* sp. nov., a solvent-producing clostridium isolated from an agricultural settling lagoon, and reclassification of the acetogen *Clostridium scatologenes* strain SL1 as *Clostridium drakei* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol*. 55: 2085-2091.

[0327]

Mermelstein LD, Papoutsakis ET (1993) In vivo methylation in *Escherichia coli* by the *Bacillus subtilis* phage Φ 3T1 to protect plasmids from restriction upon transformation of *Clostridium acetobutylicum* ATCC824. *Appl Environ Microbiol* 59:1077-1081.

Noack S, Köpke M, Dürre P (2009) Microbially produced fuels and other biofuels, in Wright JH, Evans DA (Eds.): *New research on Biofuels*, Nova Publishers, Haupage, NY: 17-30.

Heiskanen H, Virkajärvi I, Viikari L (2007) The effect of syngas composition on the growth and product formation of *Butyribacterium methylotrophicum*. *Enz Microbial Technol* 41: 362-367.

Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T (1989) *Molecular Cloning: A laboratory Manual*, Cold Spring Harbour Laboratory Press, Cold Spring Harbour, NY.

Tatusov RL, Fedorova ND, Jackson JD, Jacobs AR, Kiryutin B, Koonin EV, Krylov DM, Mazumder R, Mekhedov SL, Nikolskaya AN, Rao BS, Smirnov S, Sverdlov AV, Vasudevan S, Wolf YI, Yin JJ, Natale DA (2003) The COG database: an updated version includes eukaryotes. *BMC Bioinformatics* 4: 41.

Tsai MH and Saier Jr. MH (1995) Phylogenetic characterization of the ubiquitous electron transfer flavoprotein families ETF- α and ETF- β . *Res. Microbiol* 146: 397-404.

Weisburg WG, Barns SM, Pelletier DA, Lane DJ (1991). *J Bacteriol*. 173: 697-703.

Weißermel K, Arpe HJ (2003) *Industrial organic chemistry*, 4th edition, Wiley-VCH Verlag, GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.

Wolfe RS (1971) Microbial formation of methane. *Adv Microb Physiol* 6: 107-146.

수탁번호

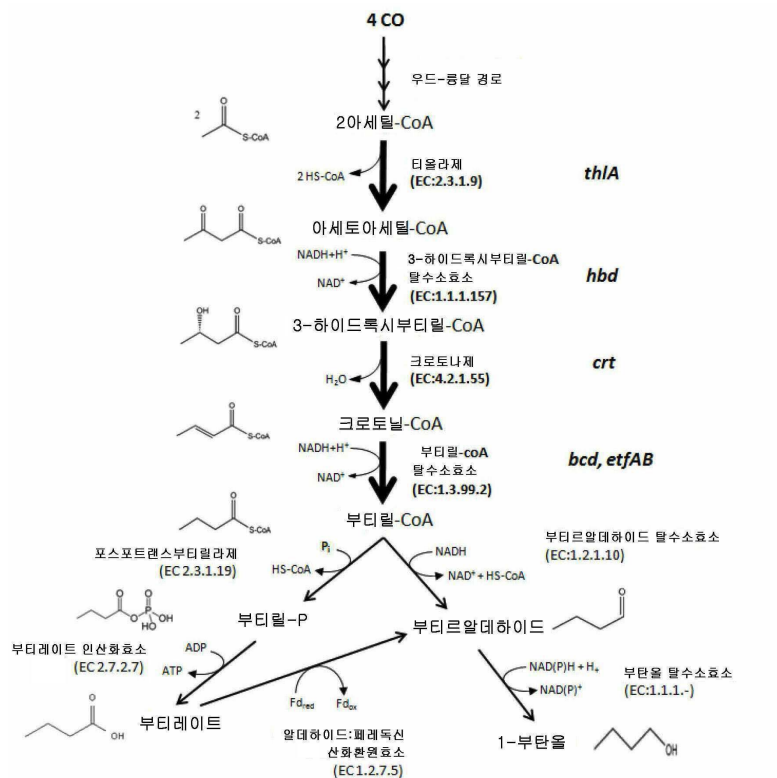
기탁기관명 : DSMZ(Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH)

수탁번호 : DSM24138

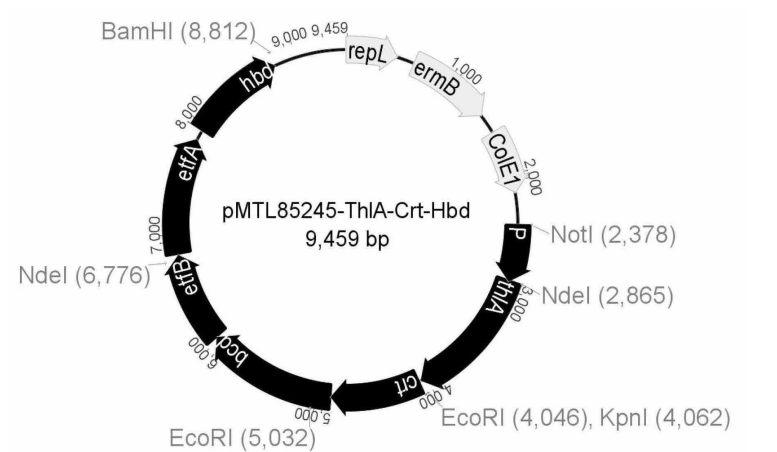
수탁일자 : 20101026

도면

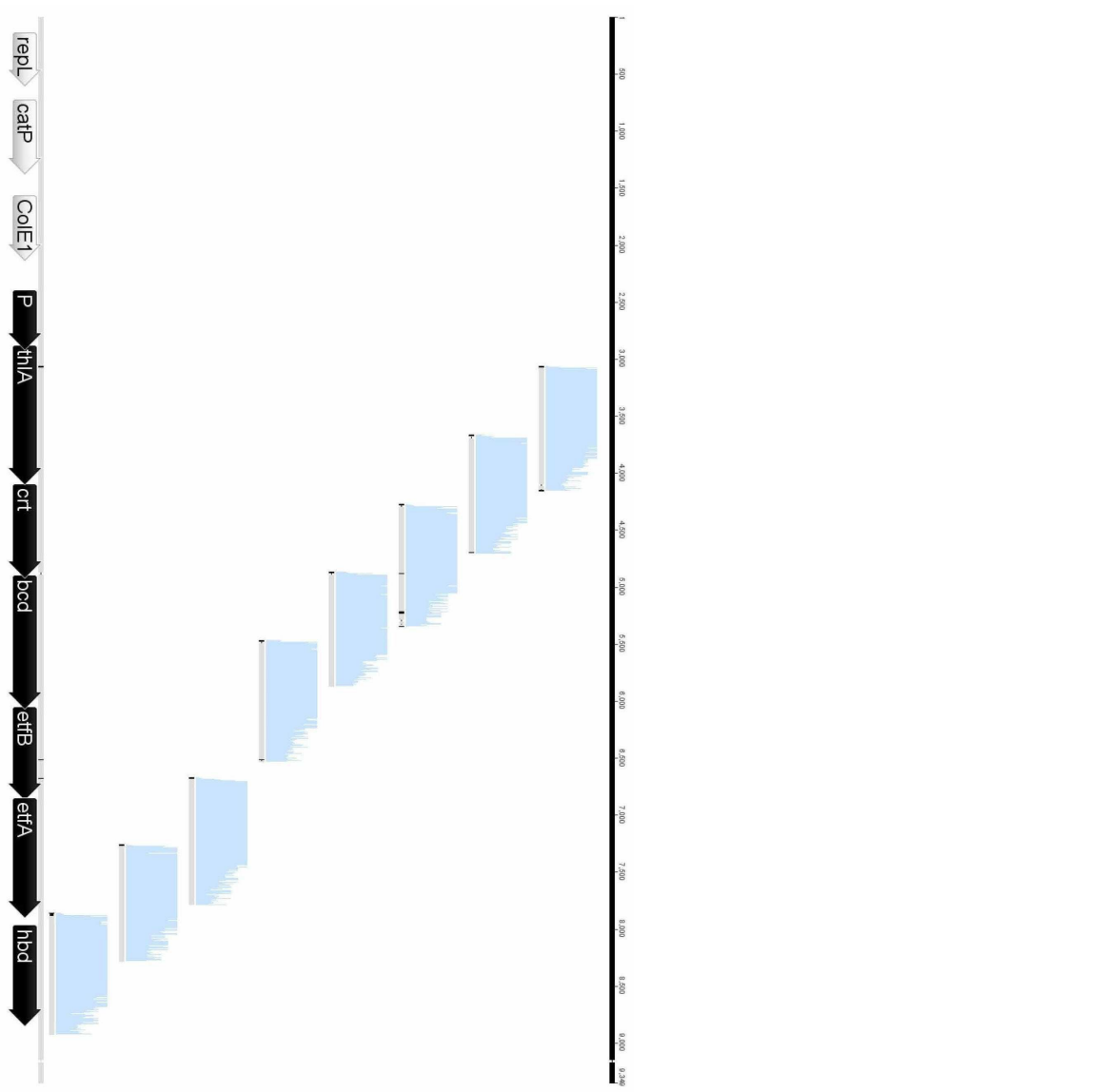
도면1



도면2



도면3



도면4a

	1	10	20	30																										
CAU																														
CLJ																														
CRA	A	T	G	T	T	T	C	C	T	G	T	A	A	T	G	C	A	T	A	T	T	C	A	G	C	A	C			
DMT	A	T	G	T	T	T	C	C	G	T	G	C	A	A	T	G	C	C	T	A	T	A	T	C	G	A	A	T	A	T
										40																				60
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																														
CAU																														
CLJ																														
CRA																														
DMT																											</			

도면4b

CAU	310	320	330
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	340	350	360
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	370	380	390
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	400	410	420
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	430	440	450
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	460	470	480
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	490	500	510
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	520	530	540
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	550	560	570
CLJ			
CRA			
DMT			
CAU	580	590	600
CLJ			
CRA			
DMT			

도면4c

CAU	G G A A A T C C C T C C G T A T A T A G G A C A T A A A T C T	610	620	630
CLJ	G G A A A T C C C T C C G T A T A T A G G A C A T A A A T C T			
CRA	G G A A A T C C C C C C A T A T A T A G G A C A T A A A T C T			
DMT	G G T A A T C C C G C C G T A T A T C C G T C A C A A A A G C			
CAU	G T A G A T T T C T A G T T A T T C A T A T G T T T T A A G A	640	650	660
CLJ	G T A G A T T T C T A G T T A T T C A T A T G T T T T A A G A			
CRA	G T A G A T T T C C A G T T A T T C A T A T A T T T T A A G G			
DMT	G T G G A C A G C A G C T A C A G C T A C G T G C T G C G C			
CAU	A A A A T A T A T G G A A G T A T A T A T A G A G A C A A A	670	680	690
CLJ	A A A A T A T A T G G A A G T A T A T A T A G A G A C A A A			
CRA	A A A A T A T A T G G A A G T A T A T A T A G A G A T A A A			
DMT	A A A A T C T A C G G G C A G C A T C T A C C G C G A C A A A			
CAU	G G A G A C A T A T C C T A C T G T T T T T T T T C A A A A A	700	710	720
CLJ	G G A G A C A T A T C C T A C T G T T T T T T T T C A A A A A			
CRA	G G A G A C A T A T C T T A C T G T T T T T T T T C A A A A A			
DMT	G G C G A T A T C A G C T A T T G T T T T C T T T C A G A A G			
CAU	T C A T T A A A G T G T T T A A A G G A G G G A G G A A A A	730	740	750
CLJ	T C A T T A A A G T G T T T A A A G G A G G G A G G A A A A			
CRA	T C A T T A A A A G T G C T T A A A A G A G G G A G G A A A A			
DMT	A G C C T G A A A T G T C T G A A G G A A G G T G G C A A A A			
CAU	C T G G T T T T T G T T A C T T C T A G G T A T T T T T G T	760	770	780
CLJ	C T G G T T T T T G T T A C T T C T A G G T A T T T T T G T			
CRA	T T A C T T T T T G T T A C C T C C A G A T A T T T T T G C			
DMT	C T G G T G T T T G T G A C C A G C C G C T A C T T C T G C			
CAU	G A A T C T T T G C A G C G G A A A A A G A A C T T A G A A A G	790	800	810
CLJ	G A A T C T T T G C A G C G G A A A A A G A A C T T A G A A A G			
CRA	G A A T C T T T G C A G C G G A A A A A G A A C T T A G A A A G			
DMT	G A G A G C T G C A G C G G T A A A A G A A C T G C G T A A A A			
CAU	T T T T T A A A T T G A A A A T A C C T C T A T T T A T A A A	820	830	840
CLJ	T T T T T A A A T T G A A A A T A C C T C T A T T T A T A A A			
CRA	T T T T T A A A T T G A A A A T A C C T C T A T T T A T A A A			
DMT	T T C C T G A T C G A A A A C A C G A G A C A T T T A C A A G			
CAU	A T T A T A G A T T T T T A T G G T A T A A G A C C T T T T	850	860	870
CLJ	A T T A T A G A T T T T T A T G G T A T A A G A C C T T T T			
CRA	A T T A T A G A T T T T T A T G G T A T A A G A C C T T T T			
DMT	A T C A T T G A T T T T T A C G G C A T C C G C C C G T T C			
CAU	A A A A G A G T A G G T A T A G A C C C A A T G A T A A T A	880	890	900
CLJ	A A A A G A G T A G G T A T A G A C C C A A T G A T A A T A			
CRA	A A A A G A G T A G G T A T A G A T C C A A T G A T A A T A			
DMT	A A A C G C G T G G G T A T C G A T C C G A T G A T T A T T			

도면4d

CAU	T T T T T A G T A A G A A C A A A A A A T T G G A A C A A T	910	920	930
CLJ	T T T T T A G T A A G A A C A A A A A A T T G G A A C A A T			
CRA	T T T T T A G T A A G A A C A A A A A A T T G G G A C A A T			
DMT	T T T C T G G T T C G T A C G A A G A A C T G G A A C A A T			
CAU	A A T A T A G A A A T C A T A A G A C C C A A T A A A A T T	940	950	960
CLJ	A A T A T A G A A A T C A T A A G A C C C A A T A A A A T T			
CRA	A A T A T A G A A A T C A T A A G A C C C A A T A A A A G T			
DMT	A A C A T T G A A A A T T A T T C G C C C G A A C A A G A T T			
CAU	G A A A A A A A T G A A A A A A A T A A A T T T C T T G A T	970	980	990
CLJ	G A A A A A A A T G A A A A A A A T A A A T T T C T T G A T			
CRA	G G A A A A G A T G A A A A A A A T A A A T T C C T T G A T			
DMT	G A A A A G A A C G A A A A G A A C A A A T T C C T G G A T			
CAU	T C C T T G T T T T	1,000		
CLJ	T C C T T G T T T T			
CRA	T C C T T G C T T T			
DMT	A G C C T G T T C C			

도면4e

		1,010	1,020
		T A G A T A A A A T C T G A A A A A T G C	
		T A G A T A A A A T C T G A A A A A T G C	
		T A G A T A A A A T C T G A A A A A T A C	
		T G G A C A A A A A G C G A A A A A G T G T	
CAU	1,030	A A A A A A G T T T T T C T A T T T T C T C A A A A G T C T A T A	1,050
CLJ		A A A A A A G T T T T T C T A T T T T C T C A A A A G T C T A T A	
CRA		A A A A A A A T T T T T C T A T T T C C T C A A A A G T C T A T A	
DMT		A A A A A A G T T T A G C A T T A G C C A G A A A A G C A T T	
CAU	1,060	A A T A A T G A T G G A A T G G G T A T T T T G T T G A C G A A	1,080
CLJ		A A T A A T G A T G G A A T G G G T A T T T T G T T G A C G A A	
CRA		A A T A G T G A T G G A A T G G G T A T T T T G T T A A T G A A	
DMT		A A T A A A C G A T G G C T T G G G T T T T C G T G G A C G A A	
CAU	1,090	G T T G A G A A A A A T A T A A T A G A T A A A A T A A A A	1,110
CLJ		G T T G A G A A A A A T A T A A T A G A T A A A A T A A A A	
CRA		G T T G A G A A A A A T A T A A T G G A T A A A A T A G A A	
DMT		G T G G A G A A A A A C A T T A T C G A C A A A A T C A A A	
CAU	1,120	G A A A A A A G T A A A A T T T A T T T T A A A A G G A T A T A	1,140
CLJ		G A A A A A A G T A A A A T T T A T T T T A A A A G G A T A T A	
CRA		G C A A A A A A G T G A A T T T A T T T T A A A A G G A T A T A	
DMT		G A G A A A A A G C A A G A T T C A T T T C T G A A A A G A T A T T	
CAU	1,150	T G C C A T A G A T T T G T C A G G G T A T A A T A A C G G G A	1,170
CLJ		T G C C A T A G A T T T G T C A G G G T A T A A T A A C G G G A	
CRA		T G C C A T A G A T T A T C A G G G T A T A A T A A C G G G A	
DMT		T G C C A T A G C T G T C A A G G C A T T A T C A C C G G T	
CAU	1,180	T G T G A T A G G G G C T T T T A T A G T T G A T A G A G A C	1,200
CLJ		T G T G A T A G G G G C T T T T A T A G T T G A T A G A G A C	
CRA		T G T G A T A G G G G C T T T T A T A G T T G A T A G A G A C	
DMT		T G T G A T C G C G C C T T T T A T T G T G G A C C G T G A T	

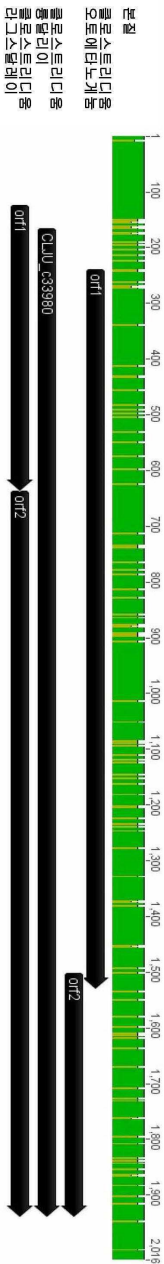
도면4f

CAU	A T A A T A A A T A G T A G A A A A A T T G A A T T A A G G	1,210	1,220	1,230
CLJ	A T A A T A A A T A G T A G A A A A A T T G A A T T A A G G			
CRA	A C A A T A A A T A G T A G A A A A A T T G A A T T A A G G			
DMT	A T C A T C A A T A G C C G T A A G A T C G A A C T G C G T			
CAU	T T A A T A A A A C C C T G G A T A A A A A G T A G C C A T	1,240	1,250	1,260
CLJ	T T A A T A A A A C C C T G G A T A A A A A G T A G C C A T			
CRA	T T A A T A A A A C C C T G G G T G A A A A G C A G C C A T			
DMT	C T G A T T A A A C C G T G G A T T A A A A G C A G C C A T			
CAU	A T A C G A A A A A A C G A A G T A A T T A A A G G T G A A	1,270	1,280	1,290
CLJ	A T A C G A A A A A A C G A A G T A A T T A A A G G T G A A			
CRA	A T A C G A A A A A A C G A A G T A A T T A A A G G T G A A			
DMT	A T C C G T A A G A A T G A A G T T A T T A A G G G C G A A			
CAU	A A A T T T A T T A T A T A C T C A A A T T T A A T A G A A	1,300	1,310	1,320
CLJ	A A A T T T A T T A T A T A C T C A A A T T T A A T A G A A			
CRA	A A A T T T A T T A T A T A C T C A A A T T T A A T A G A A			
DMT	A A A T T C A T C A T C T A T A G C A A C C T G A T T G A G			
CAU	A A T G A A A C A G A A T G T C C T A A T G C T A T A A A G	1,330	1,340	1,350
CLJ	A A T G A A A C A G A A T G T C C T A A T G C T A T A A A G			
CRA	A A T G A G A T A G A A T G T C C T A A T G C T A T A A A G			
DMT	A A T G A A A C C G A G T G T C C G A A T G C G A T T A A A			
CAU	T A T A T A G A G C A G T A C A A A A A A A G G C T T A T	1,360	1,370	1,380
CLJ	T A T A T A G A G C A G T A C A A A A A A A G G - C T T A T			
CRA	T A T A T A G A G C A G T A C A A A A A A A A G - C T T A T			
DMT	T A T A T C G A A C A G T A C A A G A A A C G T - C T G A T			
CAU	G G A A A G A A G A G A A T G T A A A A A A A G G A A C A A G	1,390	1,400	1,410
CLJ	G G A A A G A A G A G A A T G T A A A A A A A G G A A C A A G			
CRA	G G A A A G A A G A G A A T G T A A A A A A A G G A A C G A G			
DMT	G G A G C G C C G C G A A T G C A A A A A G G G C A C G C G			
CAU	A A A G T G G T A T G A A C T T C A A T G G G G G A G A A A	1,420	1,430	1,440
CLJ	A A A G T G G T A T G A A C T T C A A T G G G G G A G A A A			
CRA	A A A G T G G T A T G A G C T T C A A T G G G G G A G A A A			
DMT	T A A G T G G T A T G A A C T G C A A T G G G G C C G T A A			
CAU	A C C G G A A A T T T T T T G A A G A A A A G A A A A T T G T	1,450	1,460	1,470
CLJ	A C C G G A A A T T T T T T G A A G A A A A G A A A A T T G T			
CRA	A C C G G A A A T T T T C G A A G A A A A G A A A A T T G T			
DMT	A C C G G A A A T C T T C G A A G A A A A G A A A A T T G T			
CAU	G T T C C C A T A C A A G T C C T G T G A C A A A T A G A T T	1,480	1,490	1,500
CLJ	G T T C C C A T A C A A G T C C T G T G A C A A A T A G A T T			
CRA	A T T C C C A T A C A A A T C G T G T G A T A A A T A G A T T			
DMT	T T T C C C G T A T A A A A G C T G T G A C A A A T C G T T T			

도면4g

CAU	TGCTCTTTGACAAAGGGAAGCTATTTTAGTGC	1,510	1,520	1,530
CLJ	TGCTCTTTGACAAAGGGAAGCTATTTTAGTGC			
CRA	TGCTCTTTGATAAAGGGAAGCTATTTTAGTGC			
DMT	TGCACTGGATTAAGGGAAGCTATTTTAGCGC			
CAU	AGATATAATATTTCCCTTAGTATTTAAAAA	1,540	1,550	1,560
CLJ	AGATATAATATTTCCCTTAGTATTTAAAAA			
CRA	AGATATAATATTTCTTTAGTATTTAAAAA			
DMT	AGACATTTATATAGCCTGGTTCTGAAAGAAAAA			
CAU	TGTACCTTTTACCTATGAAATACTTTTAA	1,570	1,580	1,590
CLJ	TGTACCTTTTACCTATGAAATACTTTTAA			
CRA	TGTACCTTTTACCTATGAAATGCTTTTAA			
DMT	TGTGCCGTTTCACTATGAGATCCTGCTGAA			
CAU	TATATTAATAACAGTCTTTTGTATGAAATTTTA	1,600	1,610	1,620
CLJ	TATATTAATAACAGTCTTTTGTATGAAATTTTA			
CRA	TATATTAATAATAGTTTCTTTGTATGAAATTTTA			
DMT	TATTCCTGAATTAGCCTCGCTGTACGAGTTTTTA			
CAU	CTTTTAAAAACTTTTCGCATAAAAAAATTAGGAGA	1,630	1,640	1,650
CLJ	CTTTTAAAAACTTTTCGCATAAAAAAATTAGGAGA			
CRA	CTTTTAAAAACTTTTCGGGAAAAAATTAGGAGA			
DMT	CTTTTAAAGACCTTCGCGAAAAAAGCTGGCGGA			
CAU	AAATCTATAATGAGTATTTACCTTAATTAATCT	1,660	1,670	1,680
CLJ	AAATCTATAATGAGTATTTACCTTAATTAATCT			
CRA	AAATCTATAATGAGTATTTATCTTAATTAATCT			
DMT	GAATCTGTACGAGTACCTATCCGAAACAACCT			
CAU	AATGAAATTTGTGTATTTCCCTTCTAATTGATTT	1,690	1,700	1,710
CLJ	AATGAAATTTGTGTATTTCCCTTCTAATTGATTT			
CRA	GATGAAATTTGTGTATTTCCCTTCTAATTGGTTT			
DMT	GATGAAAGCTGTGTCATCCGAGCAATCGATTTT			
CAU	TGGAGGAGAAATAATAATAGAAATAAAGCT	1,720	1,730	1,740
CLJ	TGGAGGAGAAATAATAATAGAAATAAAGCT			
CRA	TCGAGAGAGAAATAATGTAAGAAATAAAGGTT			
DMT	CGGCGGTGAGGAACAATAATTGAGAAAAAGCT			
CAU	GTATGATTTTTTTGGGACTGACAGATAAAGGA	1,750	1,760	1,770
CLJ	GTATGATTTTTTTGGGACTGACAGATAAAGGA			
CRA	GTATGATTTTTTTGGGGCTGACAGATAAAGGA			
DMT	GTATGATTTTCTTTGGTCTGACGAGATAAAGA			
CAU	AATTGAGATTGTAGAAATAAGATAAAAGATAA	1,780	1,790	1,800
CLJ	AATTGAGATTGTAGAAATAAGATAAAAGATAA			
CRA	AATTGAGATTGTAGAAATAAATAAAGATAA			
DMT	AATTGAGATTGTGGAGAAAGATCAAAAGATAA			
CAU	TGCTGA	1,807		
CLJ	TGCTGA			
CRA	TGCTGA			
DMT	CTGCTAA			

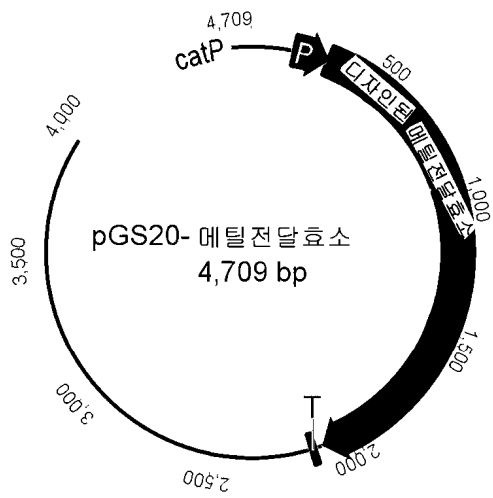
도면4h



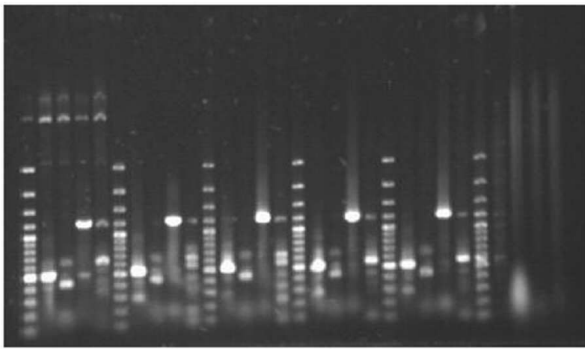
도면4i

[illegible]

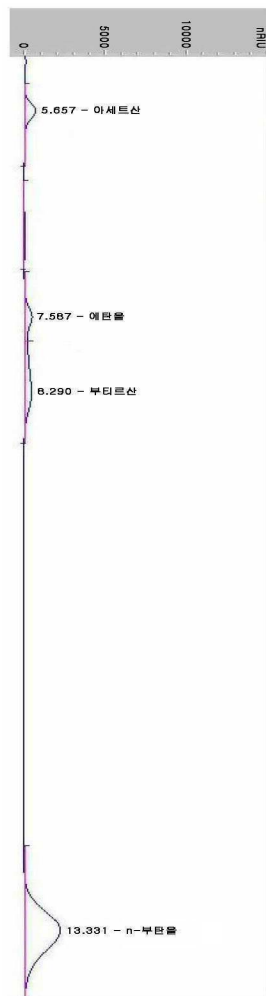
도면5



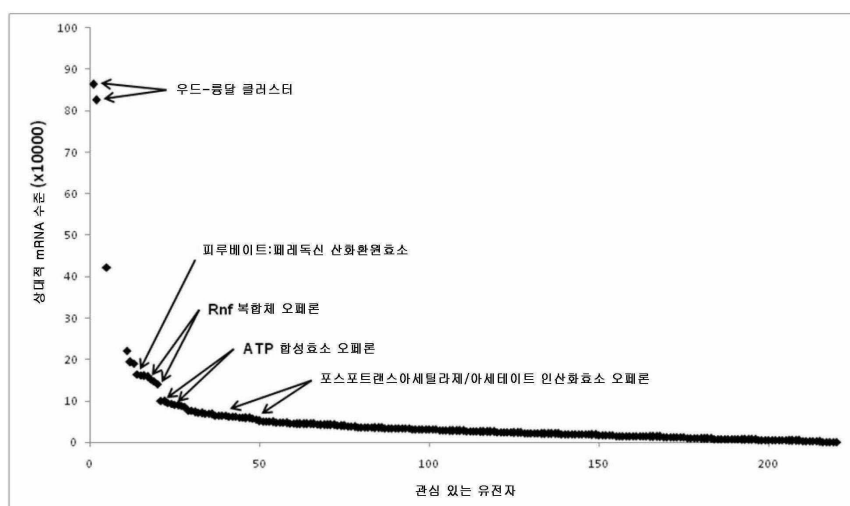
도면6



도면7



도면8



도면9

서열번호 1: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 티올라제 유전자 (*thlA*):

ATGAAAGAAGTTGTAATAGCTAGTGCAAGTAAAGACAGCGATTGGATCTTATGGAAGTCTCTTAAGGATGTACCAGCAGTAG
ATTTAGGAGCTACAGCTATAAAGGAAGCAGTTAAAAAGCAGGAATAAACCCAGAGGATGTTAATGAAGTCATTTTAGGAA
ATGTTCTTCAAGCAGGTTTAGGACAGAATCCAGCAAGACAGGCATCTTTAAAGCAGGATTACCAAGTTGAAATCCAGCTATG
ACTATTAATAAGGTTTGTGGTTCAAGGACTTAGAACAGTTAGCTTAGCAGCACAAATTATAAAGCAGGAGATGCTGACGTAA
TAATAGCAGGTGGTATGGAATAATGTCTAGAGCTCCTTACTTAGCGAATAACGCTAGATGGGGATATAGAATGGGAAACGC
TAAATTTGTTGATGAAATGATCACTGACGGATTGTGGGATGCATTAATGATTACCATGGGAATAACAGCAGAAACATA
GCTGAGAGATGGAACATTTCAAGAGAAGAACAAGATGAGTTTGCTCTTGCAATCACAAGGCTGAAGAAGCTATAAAAT
CAGGTCAATTTAAAGATGAATAGTTCTGTAGTAATTAAGGCAGAAAGGGAGAACTGTAGTTGATACAGATGAGCACCC
TAGATTTGGATCAACTATAGAAGGACTTGCAAAATTAACCTGCCTTCAAAAAAGATGGAACAGTTACAGCTGGTAATGCAT
CAGGATTAATGACTGTGCAGCAGTACTTGTAATCATGAGTGCAGAAAAAGCTAAAGAGCTTGGAGTAAACCACTTGCTAA
GATAGTTTCTTATGGTTGATGAGGAGTTGACCCAGCAATAATGGGATATGGACCTTTCTATGCAACAAAGCAGCTATTGAAA
AAGCAGGTTGGACAGTTGATGAATTAGATTTAATAGAATCAAATGAAGCTTTTGACAGCTCAAAGTTTAGCAGTAGCAAAAGA
TTTAAATTTGATATGAATAAAGTAAATGTAAATGGAGGAGCTATTGCCCTTGGTCATCCAATTGGAGCATCAGGTGCAAGA
ATACTCGTACTCTTGACACGCAATGCAAAAAAGAGATGCAAAAAAGGCTTAGCAACTTTATGTATAGGTGGCGGACAAG
GAACAGCAATATTGCTAGAAAAGTGCTAG

서열번호 2: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 3-하이드록시부틸-CoA 탈수소효소 유전자 (*hbd*):

ATGAAAAGGTATGTGTTATAGGTGCAGGTACTATGGGTTCAAGGAATTGCTCAGGCATTTGCAGCTAAAGGATTTGAAGTAG
TATTAAGAGATATTAAGATGAATTTGTTGATAGAGGATTAGATTTTATCAATAAAAACTTTCTAAATTAGTTAAAAAGGA
AAGATAGAAGAGCTACTAAAGTTGAAATCTTAAGTGAATTTCCGGAACAGTTGACCTTAATATGGCAGCTGATTGCGATTT
AGTTATAGAAGCAGCTGTTGAAAGAATGGATATTAAGGAGCAGATTTTGTGCTGACTTAGACAATATATGCAAGCCAGAAACA
ATTCTTGCATCAATACATCATCCTTTCAATAACAGAAGTGGCATCAGCACTAAAGACCTGATAAGGTTATAGGTATGCA
TTTCTTTAATCCAGCTCCTGTTATGAAGCTTGATAGAGGTAATAAGAGGAATAGCTACATCACAAGAACTTTTGATGCAGTTA
AAGAGACATCTATAGCAATAGGAAAAGATCCTGTAGAAGTAGCAGAAGCACCAGGATTTGTTGTAATAGAATATTAATACC
AATGATTAATGAAGCAGTTGGTATATTAGCAGAAGGAATAGCTTCAGTAGAAGACATAGATAAAGCTATGAACTTGGAGCT
AATCAACCAATGGGACCATTAGAATTAGTGATTTTATAGGTCTTGATATATGCTTGCTATAATGGATGTTTTATCTCAGAA
ACTGGAGATTCTAAGTATAGACCACATACATTACTTAAGAAGTATGTAAGAGCAGGATGGCTTGAAGAAAAATCAGAAAA
GGTTTCTACGATTATTCAAAATAA

서열번호 3: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 크로토나제 (*crt*):

ATGGAACTAAACAATGTCATCCTTGAAAAGGAAGGTAAGTTGCTGTAGTTACCATTAAACAGACCTAAAGCATTAAATGCGTT
AAATAGTGATACATAAAAGAAATGGATTATGTTATAGGTGAAATTGAAATGATAGCGAAGTACTTGACAGTAATTTAACTG
GAGCAGGAGAAAAATCATTTGATGACGAGGAGCAGATATTTCTGAGATGAAGGAAATGAATACCATTGAAGGTAGAAAAATCG
GGATACTTGGAATAAAGTGTTTAGAAGATTAGAAGCTTCTGAAAAGCCTGTAATAGCAGCTGTTAATGGTTTTGCTTTAGGA
GGCGGATGCGAAATAGCTATGTCTTGATATAAGAATAGCTTCAAGCAACGCAAGATTTGGTCAACCAGAAAGTAGGTCTCG
GAATAACACCTGGTTTTGGTGGTACACAAAGACTTTCAAGATTAGTTGGAATGGGCATGGCAAAGCAGCTTATATTACTGCA
CAAAATATAAAGGCAGATGAAGCATTAGAATCGGACTTGTAATAAGGTAGTAGAACCTAGTGAATTAATGAATACAGCAA
AAGAAATTGCAACAAAATGTGAGCAATGCTCCAGTAGCTGTTAAGTTAAGCAACAGGCTATTAATAGAGGAATGCAGTG
TGATATTGATACTGCTTTAGCATTTGAATCAGAAGCATTTGGAGAATGCTTTTCAACAGAGGATCAAAGGATGCAATGACAG
CTTCATAGAGAAAAAGAAATTTGAAGGCTTCAAAAATAGATAG

도면10

서열번호 4: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 부티릴 -CoA 탈수소효소 (*bcd*):

ATGGATTTTAATTTAACAAAGAGAACAAAGAAATTAGTAAGACAGATGGTTAGAGAATTTGCTGAAAAAGAAAGTTAAACCTATAG
CAGCAGAAATTTGATGAAACAGAAAGATTTCCAATGGAAAATGTAAAGAAAATGGGTCAGTATGGTATGATGGGAATTCATT
TTCAAAGAGTATGGTGGCGCAGGTGGAGATGATTATCTTATATAATCGCCGTTGAGGAATATCAAAGGTTTGGCGTACT
ACAGGAGTTATCTTTCAGCACATACATCACTTTGTGCTTCATTATAAATGAACATGGTACAGAAGAACAAAAACAAAAATA
TTTAGTACCTTTAGCTAAAGGTGAAAAATAGGTGCTTATGGATTGACTGAGCCAAATGCAGGAACAGATTCTGGAGCACAA
CAAACAGTAGCTGACTTGAAGGAGATCATTATGTAATTAATGGTTCAAAAAATATTCATAACTAATGGAGGAGTTGCAGATAC
TTTTGTTATATTTGCAATGACTGACAGAACTAAAGGAACAAAGGTATATCAGCATTTATAATAGAAAAAGGCTTCAAAGGTT
TCTCTATTGGTAAAGTTGAACAAAGCTTGAATAAGAGCTTCATCAACAAGTGAACCTGTATTGAAGATATGATAGTACCA
GTAGAAAACATGATTGGTAAAGAAAGGAAAGGCTTCCCTATAGCAATGAAAACTCTTGATGGAGGAAGAATTGGTATAGCA
GCTCAAGCTTTAGGTATAGCTGAAGGTGCTTTCAACGAAGCAAGAGCTTACATGAAGGAGAGAAAAACAATTTGGAAGAAGC
CTTGACAAATTCGAAGTCTTGATGGATGATGGCAGATATGGATGATGCTATAGAATCAGCTAGATATTTAGTATATAAAGC
AGCATATCTTAAACAAAGCAGGACTTCCATACACAGTTGATGCTGCAAGAGCTAAGCTTCATGCTGCAAAATGATGCAATGGAT
GTAAACAATAAGGCAGTACAATTTTGGTGGATACGGATATACAAAAGATTATCCAGTTGAAAGAATGATGAGAGATGCTA
AGATAACTGAAATATATGAAGGAACCTTCAGAAGTTCAGAAAATTAGTTATTTTCAGGAAAAATTTTATAGATAA

서열번호 5: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 전자 전달 플라보단백질 (*etfA*):

ATGAATAAAGCAGATTACAAGGGCGTATGGGTGTTTCTGAACAAAGAGACGGAGAAATTACAAAAGGTATCATTGGAATTA
TTAGGTAAGGTAAGGAAATGGCTGAGAAATAGGCGTTGAATTAACAGCTGTTTACTTGGACATAACTGAAAAATGT
CAAAGGATTTATTTCTCATGGAGCAGATAAGGTTTTAGCAGCAGATAATGAACCTTTTAGCACATTTTCAAACAGATGGATAT
GCTAAAGTTATATGTGATTTAGTTAATGAAAGAAAGCCAGAAATATTATTATAGGAGCTACTTTATAGGAAGAGATTTAGG
ACCAAGAATAGCAGCAAGACTTTCTACTGGTTTAACTGCTGATTGTACATCACTTGACATAGATGTAGAAAAATAGAGATTTAT
TGGCTACAAGACCAGCGTTTGGTGGAAATTTGATAGCTACAATAGTTTGTTCAGACCACAGACCACAAATGGCTACAGTAAG
ACCTGGTGTGTTGAAAAATTACCTGTTAATGATGCAAAATGTTCTGATGATAAAATAGAAAAAGTTGCAATTAATTAACAG
CATCAGACATAAGAACAAGGTTTCAAAGTTGTTAAGCTTGCTAAAGATATTGCAGATATCGGAGAAAGCTAAGGTATTAGTT
GCTGGTGGTAGAGGAGTTGGAAGCAAGAAAACCTTGAAAAACCTTGAAGAGTTAGCAAGTTTACTTGGTGGAAACAATAGCC
GCTTCAAGAGCAGCAATAGAAAAAGAAATGGGTTGATAAGGACCTTCAAGTAGGTCAAAGTGGTAAAGTGTAAAGCAACTC
TTTATATTGCATGTGGTATATCAGGAGCTATCCAGCATTTAGCAGGTATGCAAGATTGAGATTACATAATTGCTATAAATAAA
GATGTAGAAGCCCAATAATGAAGGTAGCAGATTTGGCTATAGTTGGTGTGTAATAAAGTTGTACCAGAATTAATAGCTC
AAGTTAAAGCTGCTAATAATTA

서열번호 6: 클로스트리디움 아세토부틸리쿰 ATCC824 전자 전달 플라보단백질 (*etfB*):

ATGAATATAGTTGTTTGTAAACAAGTTCCAGATACAGCGGAAGTTAGAATAGATCCAGTTAAGGGAACACTTATAAGAG
AAGGAGTTCCATCAATAATAATCCAGATGATAAAACGCACTTGAGGAAGCTTTAGTATTAAAGATAATTATGGTGACAT
GTAACAGTTATAAGTATGGGACCTCCACAAGCTAAAAATGCTTTAGTAGAAGCTTTGGCTATGGGTGCTGATGAAGCTGTACT
TTTAACAGATAGAGCATTTGGAGGAGCAGATACACTTGCGACTTCACATACAATTGCAGCAGGAATTAAGAAAGCTAAATAT
GATATAGTTTTGCTGGAAGGCAGGCTATAGATGGAGATACAGCTCAGGTTGGACCAGAAATAGCTGAGCATCTTGGAAATAC
CTCAAGTAACTTATGTTGAGAAAGTTGAAGTTGATGGAGATACTTTAAAGATTAGAAAAAGCTTGGGAAGATGGATATGAAGT
TGTTGAAGTTAAGACACCAAGTTCTTTAACAGCAATTAAGAATTAATGTTCCAAGATATATGAGTGTAGAAAAATATTG
GAGCATTTGATAAAGAAAGTAAAAATGTGGACTGCCGATGATATAGATGTAGATAAGGCTAATTTAGGTCTTAAAGGTTACC
AACTAAAGTTAAGAAAGTCACTCACTAAAGAAAGTTAAAGGACAGGGAAGTTATTGATAAGCCTGTTAAGGAAGCAGCTGC
ATATGTTGTCCTCAAAATTAAGAAAGCACTATATTTAA

도면11

서열번호 7: 클로스트리디움 오토에타노게눔 DSM10061 포스포트랜스아세틸라제/아세테이트 인산화효소 프로모터 영역 (P_{pta}-
ack):

GAGCGGCCGCAATATGATATTTATGTCATTGTGAAAGGGATTATATTTCAACTATTATTCAGTTACGTTTCATAGAAATTTCC
TTTCTAAAATATTTATTCATGTCAAGAACTCTGTTATTTTTCATTAAGAAGTATAAGTACAAAGTATAAGGCATTTGAAAA
ATAGGCTAGTATATTGATTGATTATTTATTTAAAATGCCTAAGTGAAATATATACATATTATAACAATAAAATAAGTATTAGT
GTAGGATTTTTAAATAGAGTATCTATTTTTCAGATTAAATTTTGGATTATTTGATTACATTATATAATATTGAGTAAAGTATTGA
CTAGCAAAATTTTTGATACCTTTAATTTGTGAAATTTCTTATCAAAAGTTATATTTTGAATAATTTTATTGAAAAATACAACTA
AAAAGGATTATAGTATAAGTGTGTGAATTTTGTGTTAAATTTAAAGGGAGGAAATGAACATGAAACATATGGAA

서열번호 47: 우드-통달 클라스터 프로모터:

AAGCGGCCGCAAAATAGTTGATAAATGTCAGAGTTATAAACAAGGTGAAAAGCATTACTTGTATTCTTTTTATATATTATT
ATAAATTAATAAGAGCTGTATTAGAAAAATACACACCTGTAATATAAAATTTAAATTAATTTTTAAATTTTTCAAAATGTAT
TTTACATGTTTAGAATTTTGTATATTTAAATAGTAGAATACATAAGATACTTAATTTAATTAAAGATAGTTAAGTACTTTTC
AATGTGCTTTTTAGATTGTTTAAATACAAATCTTTAATTGTAAGAAATGCTGTACTATTTACTGTACTAGTACGGGATTA
CTGTATTAATTATAAATAAAAAATAAGTACAGTTGTTTAAATTTATTTTGTATTAAATCTAATAGTACGATGTAAGTTATTTT
ATACTATTGCTAGTTTAAATAAAGATTTAATTATATGCTTGAAAAGGAGAGGAATCCCATATGCGTA

서열번호 48: 피루베이트:페레독신 산화환원효소 프로모터:

ATACCATAAATTACTGAAAAATAGTTGATAAATGTCAGAGTTATAAACAAGGTGAAAAGCATTACTTGTATTCTTTTTAT
ATATTATTATAAATTAAGAGCTGTATTAGAAAAATACACACCTGTAATATAAAATTTAAATTAATTTTTAAATTTTTCA
AAATGTATTTTACATGTTTAGAATTTTGTATATTTAAATAGTAGAATACATAAGATACTTAATTTAATTAAAGATAGTTAA
GTACTTTTCAATGTGCTTTTTTAGATGTTTAAATACAAATCTTTAATTGTAAGAAATGCTGTACTATTTACTGTACTAGTGACG
GGATTAACTGTATTAATTATAAATAAAAAATAAGTACAGTTGTTTAAATTTATTTTGTATTAAATCTAATAGTACGATGTA
AGTTATTTTATACTATTGCTAGTTTAAATAAAGATTTAATTATATCTTGAAAAGGAGAGGAATTTTATGCGTAAA

서열번호 49: Rnf 오페론 프로모터:

TAGAAAAACATGTATACAAAAATAAAAACTATTATAACATAGTATCAATATTGAAGGTAATACTGTTCAATATCGATACA
GATAAAAAAATATATAATACAGAGAAAAAATTATAAATTTGTGGTATAATATAAGATAGTAATTTAAGTTTAAACCTCG
TGAAAACGCTAACAAATAATAGGAGGTGATTAT

서열번호 50: ATP 합성효소 오페론 프로모터:

ATCTGTATATTTTTCCATTTTAAATTTTGTACTATAATATTACTAGTGTATTGTATATTTAAAAAATATTGGTACAATT
AGTTAGTTAAATAAATCTCAATTTGTAATTTATCAGAATCCTTATTAAGGAAATACATAGATTAAAGGAGAAATCATAAAAAG
GTGTAATATAAATCGCTAAATTTAGCAAAAAATTTAGCAATTAAGACTTTTGTATTGTATCTTTTTATATTTAAGGTATAT
AATCTTATTTATTTGGGGGAACCTTGATGAATAACATATTCTAGAC

도면12

서열번호 14: 이. 콜라이-클로스트리디움 서플 벡터 pMTL 85141:

CCTGCAGGATAAAAAATTTGATAGTAAATTTTATAAAATAGTTTTATCTACAATTTTTTTATCAGGAAACAGCTATGACCGCGG
CCGCTGTATCCATATGACCATGATTACGAATTCGAGCTCGGTACCGGGGATCCTCTAGAGTCGACGTCACGCGTCCATGGAG
ATCTCGAGGCTCGAGACATGCAAGCTTGGCACTGGCCGTCGTTTTACAACTGCTGACTGGGAAAAACCTGGCGTTACCCA
ACTTAATCGCCTTCGAGCACATCCCCCTTCGCGAGCTGCGTAATAGCGAAGAGGCCCGCACCCTGCGCCCTCCCAACAGT
TGCGCAGCCTGAATGGCGAATGGCGCTAGCATAAAAAAAGAAGCCTGCAATTTGCAGGCTTCTTATTTTTATGGCGCGCCGC
ATTCACCTCTTTTCTATATAAATATGAGCGAAGCGAATAAGCGTCGGAAGCAAGCAAAAAAGTTTCTTTTTGCTGTTGGAGC
ATGGGGGTTGAGGGGTCGATGATCTGACGTCAATGCGGAGCGAAGCGAGCGAAGGTTAGCATTTACGTTAGATAACCC
CCTGATATGCTCCGAGCGCTTTATATAGAAAAGAAGATTCAACTAGGTAAATCTTAATATAGTTAGGATGATAAGGTTTTATA
AGGAATTTGTTGTTCTAATTTTCACTCATTTTGTCTAATTTCTTTAACAAATGTTCTTTTTTTAGAACAGTTATGATATA
GTTAGAATAGTTTAAATAAGGAGTGAGAAAAAGATGAAAGAAAGATATGGAACAGTCTATAAAGGCTCTCAGAGGCTCAT
AGACGAAGAAAGTGAGAGAGTCATAGAGGTAGACAAAGTTATACCGTAAACAAACGTCGGTAACCTTCGTAAGGCATATAT
AGTGCAATTAATAAGTATGTTAGATATGATTGGCGAAAAAACTTAAATCGTTAACTATATCCTAGATAATGTCCACTTAA
GTAACAATACAATGATAGCTACAACAAGAGAAATAGCAAAAGCTACAGGAACAAGTCTACAAACAGTAATAACAACACTTAA
AATCTTAGAAGAAGGAATATTATAAAGAAGAAACTGGAGTATTAAATGTTAAACCTGAACTACTAATGAGAGGCGACGAC
CAAAAAACAAAAATACCTTCTACTCGAATTTGGGAACCTTGAGCAAGAGGCAATGAAATAGATTGACCTCCCAATAACACCAC
GTAGTTATTGGGAGGTCAATCTATGAAATGCGATTAAAGGGCCGGCCAGTGGGCAAGTTGAAAAATTCACAAAAATGTGGTAT
AATATCTTTGTTCTATTAGAGCGATAAATTTGAATTTGAGAGGGAACCTTAGATGGTATTTGAAAAAATTGATAAAAAATAGTTGG
AACAGAAAAGAGTATTTGACCACTACTTTGCAAGTGTACCTGTACCTACAGCATGACCGTTAAAGTGGATATCACACAAAT
AAAGGAAAAAGGAATGAACTATATCCTGCAATGCTTTATATTGCAATGATTGTAACCGCCATTGAGATTAGGACGG
CAATCAATCAAGTGTGTAATGGGATATATGATGAGATGATACCAAGCTATACAAATTTTCAATGATACTGAAACATTT
TCCAGCCTTTGGACTGAGTGTAAGTCTGACTTAAATCATTTTTAGCAGATTATGAAAGTGATACGCAACGGTATGGAACAA
TCATAGAATGGAAGGAAGCAAAATGCTCCGGAACATTTTAAATGTATCTATGATACCGTGGTCAACCTTCGATGGCTTTA
ATCTGAATTTGCAGAAAGGATATGATTATTTGATTCTATTTTACTATGGGGAAATATTATAAAGAAGATAACAAAAATATAC
TTCTTTTGGCAATTCAAGTTCTACGCGAGTATGTGACGGATTTCACATTTGCGGTTTTGTAACGAAATTGACGGAATTGATAA
ATAGTTAACTTCAGGTTTGTCTGTAACATAAAACAAAGTATTTAAGCAAAACATCGTAGAAATACGGTGTTTTTTGTTACCCCTA
AGTTTAAACTCCTTTTTGTAATCTCATGACCAAAATCCCTTAACGTGAGTTTTCGTTCCACTGAGCGTCAGACCCCGTAGAAA
AGATCAAGGATCTTCTGAGATCCTTTTTTCTGCGCGTAATCTGCTGCTGCAACCAAAAAACCACCGCTACCGAGCGGTG
GTTTGTGTTGCGGATCAAGAGCTACCAACTCTTTCCGAAGGTAACTGGCTTCAGCAGAGCGCAGATACCAAACTACTGTTCTT
CTAGTGTAGCCGTAGTTAGGCCACCACTTCAAGAACTCTGTAGCACCGCTACATACCTCGCTCTGCTAATCTGTTACCAAGT
GCTGCTGCCAGTGGCGATAAGTCGTGCTTACCGGGTTGGACTCAAGACGATAGTTACCGGATAAGGCGCAGCGGTGCGGC
TGAACGGGGGGTTCGTGCACACAGCCAGCTTGGAGCGAAGCAGCTACACCGAAGTACGATACCTACAGCGTGAGCTATGA
GAAAGCGCCACGCTTCCCGAAGGGAGAAAGGCGGACAGGTATCCGGTAAGCGGCAAGGTCGGAAACAGGAGAGCGCACGA
GGGAGCTTCCAGGGGGAAACGCTGGTATCTTTATAGTCTGCGGTTTCGCCACCTCTGACTTGAGCGTCGATTTTTGTGA
TGCTCGTCAGGGGGGCGAGCCTATGAAAAACGCCAGCAACGCGGCTTTTACGGTTCTGGCCTTTTGTGGCCTTTTGC
TCACATGTTCTTCTCGCTTATCCCTGATTCTGTGGATAACCGTATTACCGCTTTGAGTGAGCTGATACCGCTCGCCGACG
CCGAACGACCGAGCGCAGCGAGTCAGTGAGCGAGGAAGCGGAAGAGCGCCCAATACGCAAGGGCCC

도면14

서열번호 24: 클로스트리디움 톨달리아의 메틸전달효소 유전자 클러스터:

ATGAACAGTTTTATTGAAGATGTTGAACAAATTTACAATTTTATTAACAAAAATATAGATGTAGAAGAGAAGATGCATTTTAT
AGAACTTATAAGCAAAATCTAATATGAAGAAAGAAATTAGCTTTTCAGAAGAATACTATAAACAGAAAATTATGAATGGA
AAAAATGGAGTAGTGATCTCTCCGGAATGGCAGCATTTATGGTTAAAACTTGATAAATGTCAATGATGTAATTTGGAA
ATCCATTTATAAAAAATAGATCTCTCTGGATCTGGGAATTTAATTTGTAAGTGCTTTCTATATTTAAATCGAATTTTAT
TAAGAATATTGAAGTTATAAATAGTAAAAACAATTTAAATTTGAACTAGAAGATATAAGTTACCATATAGTACGTAACAATC
TATTTGGATTTGATATAGATGAACTGCAATAAAGTTTTAAAAATAGACTTATTTTATTAGCAATCAGTTTAGTGAAAAA
ATTTTCAAGTAAAGGATTTTCTAGTGAAAAATATAGATAGAAAAATGATGTGTTTATAGGAAATCCTCCGTATATAGGACAT
AAATCTGTAGATTCTAGTTATTCTATATGTTTTAAGAAAAATATATGGAAGTATATATAGAGACAAAGGAGACATATCTACTG
TTTTTTTCAAAATCATTAAAGTGTTTTAAAGGAGGGAGGAAAACTGGTTTTTTTACTTCTAGGTATTTTGTGAATCTTGCAG
CGGAAAGAACTTAGAAAGTTTTAATTGAAATACCTCTATTTATAAAATTATAGATTTTATGGTATAAGACCTTTTAAAAAG
AGTAGGTATAGACCAATGATAATATTTTATAGTAAGAACAAAAATTGGAACAATAATATAGAAATCATAGACCAATAAAA
ATTGAAAAAATGAAAAAATAAATTTCTTGATTCCTTGTTTTAGATAAATCTGAAAAATGCAAAAAAGTTTTCTATTTCTCAA
AAGTCTATAAATATGATGGATGGGTATTTGTTGACGAAGTTGAGAAAAATATAATAGATAAAAAAGAAAAAGTAAAT
TTATTTTAAAGGATATATGCCATAGTTGTGAGGTATAATAACGGGATGTGATAGGGCTTTTATAGTTGATAGAGACATAATA
AATAGTAGAAAAATTGAATTAAGGTTAATAAAACCTGGATAAAAAAGTAGCCATATACGAAAAACGAAGTAATTAAGGTG
AAAAATTTATTATATCTCAAAATTAATAGAAAAATGAAACAGAAATGTCCTAATGCTATAAAGTATATAGAGCAGTACAAAAA
AGGCTTATGGAAGAGAAGAGAATTGAAAAAGGAACAAGAAAGTGGTATGAATTTCAATGGGGGAGAAAAACCGGAAATTTT
GAAGAAAAAGAAATTTGTTCCCATACAAGTCTGTGACAATAGATTTGCTCTTGACAAGGGGAAGCTATTTTATGTCAGATAT
ATATTCCTAGTATTAATAAAAAAATGTACCTTTTACCTATGAAATACTTTTAAATATATTAAACAGTCTTTGTATGAATTTTACT
TTAAAACTTCGCAAAAAAATTAGGAGAAAACTATATAGATATTACCTAATAATCTAATGAAATTTGTATTCTTCTATTG
ATTTTGGAGGAGAAAAATATATAGAAAAAAGCTGTATGATTTTTTGGACTGACAGATAAGGAAATTTGAGATTGTAGAAAA
GATAAAGATAATTGCTGA

서열번호 25: 클로스트리디움 오토에타노게늄의 메틸전달효소 유전자 클러스터:

ATGCATTTTATAGAACTTATAAGCAAAATCTAATATGAAGAAAGAAATTAGCTTTTCAGAAGAATACTATAAACAGAAAA
TATGAATGGAAAAATGGAGTAGTGATCTCTCCGGAATGGCAGCATTTATGGTTAAAACTTGATAAATGTCAATGAT
GTAAATGGAAATCCATTATAAAAATAATAGATCTTCTGTGGATCTGGGAATTTAATTTGTAAGTGCTTTCTATATTTAAATC
GAATATTTTAAAGAATATTGAAGTTATAAATAGTAAAAACAATTTAAATTTGAACTAGAAGATATAAGTTACCATATAGTAC
GTAAACAATCTATTGGATTTGATATAGATGAACTGCAATAAAGTTTTAAAAATAGACTTATTTTATTAGCAATCAGTTTA
GTGAAAAAATTTTCAAGTAAAGGATTTTCTAGTGAAAAATATAGATAGAAAAATGATGTGTTTATAGGAAATCCTCCGTAT
ATAGGACATATCTAGTTCTAGTTATTCTATATGTTTTAAGAAAAATATATGGAAGTATATATAGAGACAAAGGAGACAT
ATCCTACTGTTTTTTTCAAAATCATTAAAGTGTTTTAAAGGAGGGAGGAAAACTGGTTTTTTTACTTCTAGGTATTTTGTGA
ATCTTGCAGCGGAAAGAACTTAGAAAGTTTTAATTGAAATACCTCTATTTATAAAATTATAGATTTTATGGTATAAGACC
TTTTAAAGAGTAGAGTATAGACCCAATGATAAATATTTTATAGTAAGAACAAAAATTGGAACAATAATATAGAAATCATAGAC
CCAATAAAATGAAAAAATGAAAAAATAAATTTCTTGATTCCTTGTTTTAGATAAATCTGAAAAATGCAAAAAAGTTTTCTA
TTTCTCAAAAGTCTATAAATATGATGGATGGGTATTTGTTGACGAAGTTGAGAAAAATATAATAGATAAAAAAGAAAA
AAGTAAATTTTATTTAAAGGATATATGCCATAGTTGTGAGGTATAATAACGGGATGTGATAGGGCTTTTATAGTTGATAGAG
ACATAATAAATAGTAGAAAAATTGAATTAAGGTTAATAAAACCTGGATAAAAAAGTAGCCATATACGAAAAACGAAGTAAT
TAAAGGTGAAAAATTTATTATATCTCAAAATTAATAGAAAAATGAAACAGAAATGTCCTAATGCTATAAAGTATATAGAGCAGT
ACAAAAAAGGCTTATGGAAGAGAAGAAATGTAAGAAAGGAACAAGAAAGTGGTATGAATTTCAATGGGGGAGAAAAACC
GGAAATTTTGAAGAAAAAGAAATTTGTTCCCATACAAGTCTGTGACAATAGATTTGCTCTTGACAAGGGGAAGCTATTTTA
GTGCGATATATATTCTTAGTATTAAAAAATGTACCTTTTACCTATGAAATACTTTTAAATATATTAAACAGTCTTTGTAT
TGAATTTTACTTTAAACTTCGCAAAAAAATTAGGAGAAAACTATATAGATATTACCTAATAATCTAATGAAATTTGTAT
TCCTTCTATTGATTTTGGAGGAGAAAAATATATAGAAAAAAGCTGTATGATTTTTTGGACTGACAGATAAGGAAATTTGAGA
TTGTAGAAAAAGATAAAGATAATTGCTGA

도면15

서열번호 26: 클로스트리디움 라그스달레이의 메틸전달효소 유전자 클러스터:

ATGTTTCCCTGTAATGCATATATTCAGCACGGAGATAGGAATATGAATAATTTTATTGAAGATATTGAAGAAATTTATAATTT
ATTAACAAAAATACAGATGTAGAAGAGAATATTCATTTTATAGAACTTATAGGCAAGACTTAATATGAAGAAAGAAATTA
GCTTTTCAGAAGAATACTATAAACAGAAAATTATGAATGAAAAAACGGAGTAGTGATCTCTCCGGAATGGCAGCAT
TATGGTTAAAACTTGATAAATGTCAATGATGTAATTGAAAAATCCATTTATAAAGTAGTAGATCTCTCTGTGGATCTGGAA
ATTTAATTTGTAAGTGCTTTCTATACTTAAATCAAAATATTCATTAATAATATTGAAGTTATAAATAGTAAAAATAATTTAAATTT
GAACTAAAAGATATAAGTTACCATATAGTACATAACAATCTATTTGGATTTGATGATAGTAACTGCAATAAAGTTTTAA
AATAGACTTATTTTATTGATTGAATCAGTTTATGTGAAAAAATTTTCAAGTAAAGGATTTTCTAGTGGAATAATAGATAGAA
AATTTGATGTGTTATAGGAAATCCCATATATAGGACATAAATCTGTAGATTCCAGTTATTCATATATTTTAAAGAAAAAT
ATGGAAGTATATATAGAGATAAAGGAGACATATCTTACTGTTTTTTCAAAATCATTAAAGTGCTTAAAGAGGGGAGGAAA
ATTACTTTTTGTACCTCCAGATATTTTGCGAATCTTGACGCGAAAAAGAACTTAGAAAGTTTTTAAATTGAAAAATACCTCTATT
TATAAAATTATAGATTTTATGGTATAAGACCTTTTAAAGAGTAGGTATAGATCCAATGATAATATTTTATAGTAAGAACAAAA
AATTGGGACAATAATATAGAAATCATAGACCAATAAAGTGGAAAAAGATGAAAAAATAAATTCCTTGATTTCTTGCTTTT
AGATAAATCTGAAAAATACAAAAATTTCTATTCTCAAAAGTCTATAAATAGTGATGGATGGGTATTTGTTAATGAAGTTG
AGAAAAATATAATGGATAAATAGAAAGCAAAAGTGAATTTATTTAAAGGATATATGCCATAGTTTACAGGTATAATAAC
GGGATGTGATAGGGCTTTTATAGTTGATAGAGACACAATAAATAGTAGAAAAATTGAATTAAGGTTAATAAAACCTGGGTG
AAAAGCAGCCATATACGAAAAACGAAGTAATTAAGGTGAAAAATTTATTATATCTCAAAATTTAATAGAAAAATGAGATAG
AATGTCTAATGCTATAAAGTATATAGAGCAGTACAAAAAAGCTTATGGAAGAGAGAAATGTAAGAAAGGAAACGAGAA
AGTGGATGAGCTTCAATGGGGGAGAAAAACCGGAAATTTTCGAAGAAAAAGAAATTTGATTTCCCATACAAATCGTGTATAA
TAGATTTGCTCTTGATAAGGGAAGCTATTTTATGTGACAGATATATTTCTTTAGTATTAAAAAATGTACCTTTTACCTATGA
AATGCTTTTAAATATATTAAATAGTTCTTTGTATGAATTTTACTTTAAACTTCGGAAGAAAAATAGGAGAAAAATCTATATGA
GTATTATCTAATAATCTGATGAAATTTGTATTCTTCTATTGGTTTTCGAGAAAGAAATAATGTAGAAAAAGGTTGTATGA
TTTTTTGGGCTGACAGATAAGGAAATTCAGATTGTAGAAAAAATAAAGATAATTGCTGA

도면16

서열번호 27: 유도성 lac 프로모터와 융합된 신규 메틸전달효소 유전자의 뉴클레오타이드 서열:

GCGGCCGCGCAACGAATTAATGTGAGTTAGCTCACTCATTAGGCACCCAGGCTTTACACTTTATGCTTCGGGCTCGTATGTT
GTGTGGAATTGTGAGCGGATAACAATTTACACAGGAAACACATATGTTTCCGTGCAATGCCTATATCGAATATGGTGATAAA
AATATGAACAGCTTTATCGAAGATGTGGAACAGATCTACAACCTCATTAAAAAGAACATTGATGTGGAAGAAAAGATGCATT
TCATTGAAACCTATAACAGAAAAGCAACATGAAGAAAGAGATTAGCTTTAGCGAAGAATACTATAACAGAAAGATTATGAA
CGGCAAAAATGGCGTTGTGTACACCCCGCGGAAATGGCGGCTTTATGGTTAAAAATCTGATCAACGTTAACGATGTTATTG
GCAATCGGTTTATTAAAACTTTGACCCGAGCTGCGGTAGCGGCAATCTGATTTGCAAAATGTTTTCTGTATCTGAATCGCATCT
TTATTAGAACATTGAGGTGATTAACAGCAAAAATAACCTGAATCTGAACTGGAAAGACATCAGCTACACATCGTTCGCAAC
AATCTGTTTGGCTTCGATATTGACGAAACCGCGATCAAAGTGCTGAAAATTGATCTGTTCTGATCAGCAACCAATTTAGCGA
GAAAAATTTCCAGGTTAAAGACTTTCTGGTGGAAAAATTGATCGCAAAATGACGTGTTCTATTGGTAATCCGCGTATATCG
GTCACAAAAGCGTGGACAGCAGCTACAGCTACGTGCTGCGCAAAATCTACGGCAGCATCTACCGCGACAAAGCGGATATCA
GCTATTGTTCTTTAGAAAGAGCGTGAATGTCTGAAGGAAGGTGGCAAACTGGTGTGTTGACACGACCGCTACTCTGCGA
GAGCTGCAGCGGTAAGAACTGCGTAAATCTCTGATCGAAAACACGAGCATTTACAAGATCATTGATTTTTACGGCATCCGCC
CGTTCAAACGCGTGGGTATCGATCCGATGATTATTTTTCTGGTTCGTACGAAGAAGCTGGAACAATAACATTGAAATTTTCGC
CCGAACAAGATTGAAAAGAACAAAAGAAACAAATCTCTGGATAGCTGTTCTGGACAAAAGCGAAAAGTGTAAGAAATTT
AGCATTAGCCAGAAAAGCATTAATACGATGGCTGGGTTTTCTGGACGAAGTGGAGAAAAACATTTATCGACAAAATCAAA
GAGAAAAGCAAGTTTCTGAAAGATATTTGCCATAGCTGTCAAGGCATTATCACCAGTTGTGATCGCGCTTTATTGTGGA
CCGTGATATCATCAATAGCCGTAAGATCGAAGCTGCGTCTGATTAACCGTGGATTAAAAGCAGCCATATCCGTAAGAATGAA
GTTATTAAGGGCGAAAAATTCATCATCTATAGCAACCTGATTGAGAATGAAACCGAGTGTCCGAATGCGATTAAATATATCGA
ACAGTACAAGAAACGCTGATGGAGCGCCGGAATGCAAAAAGGCGACGCGTAAGTGGTATGAACTGCAATGGGGCCGTA
AACCGGAAATCTCGAAGAAAAGAAAAATTTTCCCGTATAAAAGCTGTGACAATCGTTTTGCACTGGATAAGGGTAGCTAT
TTTAGCGCAGACATTTATAGCCTGGTTCTGAAGAAAATGTGCCGTTACCTATGAGATCTCTGTAATATCCTGAATAGCCC
GCTGTACGAGTTTTACTTTAAGACCTTCGCGAAAAAGCTGGGCGAGAATCTGTACGAGTACTATCCGAACACCTGATGAAG
CTGTGCATCCCGAGCATCGATTTCCGGCGGTGAGAACAAATTTGAGAAAAAGCTGTATGATTTCTTTGGTCTGACGGATAAAG
AAATTGAGATTGTGGAGAAGATCAAGATAACTGCTAAGAATTC

도면17

서열번호 28: 신규 메틸전달효소의 단백질 서열:

MFPCNAVIEYGDKNMNSFIEDVEQJYNFIKKNIDVEEKMHFIETYKQKSNMKKEISFSEYYKQKIMNGKNGVVYTPPEMAAFMVK
NLINVNDVIGNPFIKIIDPSCGNSLICKFLYLNRIFIKNIEVINSKNNLNKLEDISYHIVRNNLGFDIDETAIKVLKIDFLISNQFSEK
NFQVKDFLVENIDRKVDYFIGNPPYIGHSYVLRKIYGSYRDKGDISYCFQKSLKLEGGKLVFVTSRYFCESCSGELRKF
LIENTSIFYKIIDFYGRFPKRFGVDPMIIFLVRITKNWNNNIEIRPNKIEKNEKNKFLDSLFDKSEKCKFSISQKINNDGWVVFDEVEK
NIIDKIKEKSKFILKDICHSCQGIITGCDRAFVDRDIINSRKIELRLIKPWIKSSHIRKNEVIKGEKFIYSNLIENTETCPNAIKYIEQYKKRL
MERRECKGRKRWYELQWGRKPEIFEKIVFPYKSCDNRFALDKGSYFSADIYSLVLKKNVPFTYEILLNLNLSPLYEFYFKTFAKKLG
ENLYEYYPNNLMKLCPISDFGGENNIEKKLYDFGLTDKEIEIVEKIKDNC*

도면18

서열번호 1D 29: 플라스미드 pGS20:

TTTGCCACCTGACGTCTAAGAAAAGGAATATTAGCAATTTGCCCGTGCCGAAGAAAGGCCACCCGTTGAAGGTGAGCCAGT
GAGTTGATTGCTACGTAAATTAGTTAGTTAGCCCTTAGTGACTCGTAATACGACTCACTATAGGGCTCGAGTCTAGAGAATTG
ATATACCCGGGAAGTCTGTCAGCCCTTTAGTGAGGGTTAATTGGAAGTCACTAAGGGTTAGTTAGTTAGATTAGCAGAAA
GTCAAAGCCTCCGACCGGAGGCTTTGACTAAAACCTTCCCTGGGGTTATCATTGGGGCTCACTCAAAGCGGTAATCAGAT
AAAAAAATCTTAGCTTTCCGCTAAGGATGATTCTGCTAGAGATGGAATAGACTGGATGGAGGCGGATAAAGTTGCAGGAC
CACTTCTGCGCTCGGCCCTTCGGCTGGCTGGTTATTGCTGATAAATCTGGAGCCGGTGAGCGTGGGTCTCGCGGTATCATT
GCAGCACTGGGCGCAGATGGTAAGCCCTCCGCTATCGTAGTTATCTACACGACGGGAGTCAGGCAACTATGGATGAACGA
AATAGACAGATCGCTGAGATAGGTGCTCAGTATTAGCATTGGTAAGTGTGACAGCAAGTTTACTCATATATACTTTAGAT
TGATTTAAAACCTCATTTTAAATTTAAAAGGATCTAGGTGAAGATCCTTTTGATAATCTCATGACCAAAATCCCTTAACGTGA
GTTTTCTGTTCCACTGAGCGTCAGACCCCTTAATAAGATGATCTTCTGAGATCGTTTTGGTCTGCGGTAATCTTCTGCTGA
AAACGAAAAAACCGCCTTGACGGCGGTTTTGCAAGGTTCTCTGAGCTACCAACTCTTTGAACCGAGGTAAGTGGCTTGA
GGAGCGCAGTCACCAAACTTTGCTCTTCAAGTTAGCCTTAACCGGCGCATGACTTCAAGACTAACTCCTCAAAATCAATTACC
AGTGGCTGCTGCCAGTGGTCTTTGATGTCTTTCCGGGTTGGAAGTCAAGACGATAGTTACCGGATAAGGCGCAGCGGTG
GACTGAACGGGGGTTCTGTCATACAGTCCAGCTTGAGGCGAAGTGCCTACCCGGAAGTGAAGTGTGAGGCGTGAATGAGA
CAACACGCGCCATAACAGCGGAATGACACCGGTAACCGGAAGGACAGGACAGGACGAGGAGCGGAGCGGAGCCGCAAGGG
GAAACGCTGGTATCTTTATAGTCTGTGCGGTTTCGCCACCACTGATTGAGCGTCAGATTTCTGATGCTTGTGACGGGGG
CGGAGCCTATGAAAAACGCTTTGCCGCGGCCCTCTCACTTCCCTGTTAAGTATCTTCTCGGCATCTTCCAGGAAATCTCCGC
CCGTTCTGAAGCCATTTCCGCTCGCCGAGTCGAACGACCGAGCGTAGCGAGTCAGTGAGCGAGGAAGCGGAATATATCCT
GTATCACATATTCTGCTGACGACCCGGTGACGCTTTTTCTCTGCCACATGAAGCACTTCACTGACACCTCATCAGTGCCA
ACATAGTAAGCCAGTATACACTCCGCTAGCGCTGAGGTCTGCCTCGTGAAGAAGGTGTTGCTGACTCATACAGGCGTGAAT
CGCCCATCATCCAGCCAGAAAGTGAGGAGGCCACGGTTGATGAGAGCTTTGTTGATAGGTGGACCAAGTTGGTGATTTGAAC
TTTTGCTTTGCCACGGAAAGCGTCTGCGTTGTGCGGAAGATGCGTGATCTGATCCTTCAACTCAGCAAAAGTTCGATTTATCA
ACAAAGCCACGTTGTGTCTCAAATCTCTGATGTTACATTGCACAAGATAAAATATATCATCATGAACAATAAACTGTCTGC
TTACATAAACAGTAATAACAGGGGTGTTTACTAGAGGTTGATCGGGCACGTAAGAGGTTCCAATTTCAACATAATGAAATA
AGATCACTACCGGGCGTATTTTTGAGTTATCGAGATTTTCAGGAGCTAAGGAAGCTAAAAATGGAGAAAAAATCACGGGAT
ATACCACCGTTGATATATCCCAATGGCATCGTAAGAACAATTTGAGGCATTTCACTGAGTGTCTCAATGTACCTATAACGAGA
CCGTTCACTGGATATACGGCTTTTAAAGACCGTAAGAAAAAATAAGCAAAAGTTTATCCGGCTTTATTCACATTTCTG
CCGCTGATGAAGCGCTCACCCGAGTTTCTATGGCCATGAAGACGCTGAGCTGGTGTCTGGGATAGTGTTCACCTTG
TTACACCGTTTTCTATGAGCAAACTGAAACGTTTTCTGCTCTGAGTGAATACACGACGATTTCCGGCAGTTTCTCCACAT
ATATTCGAAGATGTGGCGTTGATCGGTGAAACCTGGCCTATTTCCCTAAAGGGTTATTGAGAATATGTTTTGTCTCAGC
CAATCCCTGGGTGAGTTTCAACAGTTTGAATTAACGCTGGCAATATGGACAACCTTCTCGCCCGCTTTTACGATGGGCAA
ATATTATACGCAAGGCGACAAGGTGCTGATGCCGCTGGCGATCCAGGTTTATCATGCCGTTTGTGATGGCTTCCATGTCCGCC
GCATGCTTAATGAATTACACAGTACTGTGATGAGTGGCAGGGCGGGGCGTAATAATACTAGCTCCGCAAAAAACGGGC
AAGGTGTCAACACCTGCCCTTTTTCTTTAAACCGAAAAAGATTACTTCGGC

도면19

서열번호 30: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 16s rRNA 유전자 (Y18178, GI:7271109):

```
GGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGTCTAACACATGCAAGTCGAGCGATGAAGCTCCTTCGGGAGTGATTAGCGGCGGA
CGGGTAGTAACACGCTGGGTAACTACCTCAAAGAGGGGGATAGCCTCCCGAAAGGGAGATTAAACCGCATAATAATCAG
TTTTACATGAGGACTGATTTAAAGGAGTAATCCGCTTTGAGATGGACCCGCGCGCATTAGCTAGTTGGTAGGGTAACGGC
CTACCAAGGCGACGATGCGTAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACATTGGAAGTGAAGAGCGGTCCAGACTCCTACGGG
AGGCAGCAGTGGGGAATATTGACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCAACGCCGCGTGAGTGAAGAAGGTTTTCGGATTGT
AAAGCTCTGTCTTTGGGGACGATAATGACGGTACCCAGGAGGAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATA
CGTAGGTGGCGAGCGTTGTCGGGAATTACTGGGCGTAAAGAGTGCCTAGGCGGATATTTAAGTGAGATGTGAAATACCCGG
GCTTAAACCCGGGCACTGCATTTCAAACCTGGATATCTAGAGTGCAGGAGAGGAGAATGGAATTCCTAGTGAGCGGTGAAAT
GCGTAGAGATTAGGAAGAACCACGAGTGGCGAAGGCGATTCTGGACCGTAAGTACGCTGAGGCACGAAAGCGTGGGTGTA
GCAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCCGTAAACGATGAGTACTAGGTGATGAGGAGTATCGACCCCTCTGTGCCG
CAGTAAACACAATAAGTACTCCGCTGGGAAGTACGATCGCAAGATTAAACCTCAAAGGAATTGACGGGGGCGCCGACAAG
CAGCGGAGCATGTGGTTAATTGCAAGCAACGCCGAAGAACCTTACCTGGACTTGACATACCTGAATATCTTAGAGATAAGA
GAAAGCCCTTCGGGCGAGGGATACAGGTGGTGCATGGTTGTCGTGAGTGCCTGTCGTGAGATGTTAGGTTAAGTCTGCAAC
GAGCGCAACCCCTGTTGTAGTTGCTAACATTTAGTTGAGCACTCTAGCAAGACTGCCGCGGTTAACGCGGAGGAAGGTGGG
GATGACGTCAAATCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCAACACACGTGCTACAATGGGCAGTACAGAGAGAAGCAAGACCCGA
AGGTGGAGCAAACTCAAAAACCTGCCCCAGTTCCGATTGCAGGCTGAAACTCGCCTACATGAAGTTGGAGTTGCTAGTAAT
CGCAATCAGAATGTCGCGGTGAATACGTTCCCGGGCCTTGACACACGCCCGTACACCATGAGAGCTGGCAACACCCGA
AGTCCGTAGTCTAATTAGGAGGACGCGCGCAAGGTGGGGTTAGTAATTTGGGGTGAAGTCGTAAACAGGTAGCCGT
```

도면20

서열번호 31: 부탄올 발현 플라스미드 pMTL85245-thlA-crt-hbd:

```
ATAAAAAAATTGATATAAATTTATAAAATAGTTTATCTACAAATTTTTATCAGGAAACAGCTATGACCGCGCCCGC
AATATGATATTTATGTCATTGTGAAGGGGATTATTTCAACTATTATCCAGTTACGTTATAGAAATTTCTTTCTA
AAATATTTTATCCATGTCAAGAACTCTGTTTATTTCAATTAAAGAACTAAGTACAAAGTATAGGCATTTGAAAAAT
AGGCTAGTATATTGATTGATTATTTTAAATGCCTAAGTGAAATATATACATATTATAACAATAAAATAGTATTA
GTGTAGGATTTTAAATAGAGTATCTATTTTCAGATTAATTTTTGATTATTTGATTTACATTATATATATATTGAGTAAA
GTATTGACTAGCAAAATTTTTGATACTTTAATTTGTGAAATTTCTATCAAAAGTTATATTTTGAATAATTTTATTG
AAAAATACAACATAAAAGGATTATAGTATAAGTGTGTAAATTTGTGTTAAATTTAAAGGAGGAAATGAACATGAAAC
ATATGAAAGAGTTGTAATAGCTAGTGACGTAAAGAACGCGATTGGATCTTATGAAAGTCTCTTAAGGATGACCGCA
GTAGATTTAGGAGCTACAGCTATAAAGGAAGCAGTTAAAAAGCAGGAATAAAACAGAGGATGTTAATGAAGTCATTTT
AGGAAATGTTCTTCAAGCAGGTTTAGGACAGAAATCCAGCAAGACAGGCATCTTTAAAGCAGGATTACAGTTGAAATTC
CAGCTATGACTATTAATAAGGTTTGTGGTTCAGGACTTGAACAGTTAGCTTACGACGCAAAATTAATAAGCAGGAGAT
GCTGACGTAAATAAGCAGGTGGTATGGAATAATGTCTAGAGCTCTTACTTACGCAATAACGCTAGATGGGATATAG
AATGGGAAACGCTAAATTTGTTGATAAATGATCACTGACGAGTTGTGGGATGCATTTAATGATTACACATGGGAATAA
CAGCAGAAAACTAGCTGAGAGATGGAACATTTCAAGAGAAGAACAGATGAGTTTGCTCTTGCAATCAAAAAAAAGCT
GAAGAAGCTATAAAATCAGGTCAATTTAAAGATGAAATAGTTCTGTAGTAATTAAGGCGAGAAAGGAGAAACTGTAGT
TGATACAGATGAGCACCCTAGATTGGATCAACTATAGAAGGACTTGCAAAATTAACACCTGCCCTCAAAAAGATGGAA
CAGTTACAGCTGGTAATGCATCAGGATTAAATGACTGTGACGAGTACTGTAAATCATGAGTGCAGAAAAAGCTAAAGAG
CTTGGAGTAAACCACTTGCTAAGATAGTTTCTTATGGTTTACGAGGAGTTGACCCAGCAATAATGGGATATGGACCTTT
CTATGCAACAAAAAGCAGCTATTGAAAAAGCAGGTTGGACAGTTGATGAATTAAGATTAAGAATCAAAATGAAGCTTTTG
CAGCTCAAAAGTTAGCAGTAGCAAAAGATTTAAATTTGATATGAATAAAGTAAATGAATGGAGGAGCTATTGCCCTT
GGTCATCCAATTGGAGCATCAGGTGCAAGAATACTCGTTACTCTGTACACGCAATGCAAAAAAGAGATGCAAAAAAAGG
TTTAGCAACTTTATGATAGGTGGCGGCAAGGAACAGCAATTTGCTAGAAAAGTGTAGGAATTCGAGCTCGGTACCT
TAGGAGGATAGTCATGGAACATAACATGTCACTTGAAGGAGGAAGGTAAAGTTGCTGAGTTACCATTAACAGACCT
AAAGCATTAATAGCGTTAAATAGTGATACACTAAAGAAATGGATTATGTTATAGGTGAAATTAAGAATGATAGCGAAGT
ACTTGCAATTTTAACTGGAGCAGGAGAAAAATCATTTGTAGCAGGAGCAGATATTTCTGAGATGAAGGAAATGAATA
CCATTGAAGGTAGAAAATTCGGGATCTTGGAAATAAAGTGTTAGAAGATTAGAATCTTCTGAAAAGCTGTAATAGCA
GCTGTTAATGGTTTGTCTTAGGAGCGGATGCGAAATAGCTATGTCTTGATATAAGAATAGCTTCAAGCAAGCAAG
ATTTGGTCAACAGCAAGTAGTCTCGGAATAACACCTGGTTTGGTGTACACAAGACTTTCAAGATTAGTTGGAATGG
GCATGGCAAGCAGCTTATATTTACTGCACAAAATAAAGGCAGATGAAGCATTAAAGATCGGACTTGAATAAGGTA
GTAGAACCTAGTGAAATTAATGAATACAGCAAAAGAAATGCAACAAAATTTGAGCAATGCTCCAGTAGCTGTTAAGTT
AAGCAACAGGCTATTAAATAGAGGAATGCAAGTGTGATTTGATACTGCTTACGATTTGAATCAGAAGCATTGGGAAT
GCTTTTCAACAGAGGATCAAAAGGATGCAATGACAGCTTTATAGAGAAAAGAAAAATTGAAGGCTTCAAAAATAGATAG
GAGGTAAAGTTATAGGATTTAATTTAAAGAGAAACAGAAATAGTAAGACAGATGGTTAGAGAATTTGCTGAAAATG
AAGTTAAACCTATAGCAGCAGAAATGATGAAACAGAAAGATTTCCAATGGAAAATGTAAGAAAATGGGTGAGTATGGT
ATGATGGGAATTCATTTTCAAAAGAGTATGGTGGCGCAGGTGGAGATGATTATCTTATATAATCGCCGTTGAGGAAT
ATCAAGGTTTGGGCTACTACAGGAGTTATCTTTCAGCACATACATCACTTTGTGCTTATTAATAAATGAACATGGTA
CAGAAGAACAAAAACAAATATTTAGTACCTTTAGCTAAAGGTGAAAAATAGGTGCTTATGGAATTGACTGAGCCAAAT
GCAGGAACAGATTTGGAAGACATAACACAGTAGCTGACTTGAAGGAGATCATTAATTAATGGTTTCAAAAATATT
CATAACTAATGGAGGAGTTGCAGATACTTTGTATATTTGCAATGACTGACAGAACTAAAGGAACAAAAGGTATATCAG
CATTTATAATAGAAAAGGCTTCAAAAGGTTTCTTATTGGTAAAGTTGAACAAAAGCTTGAATAAGAGCTTCATCAACA
ACTGAACTGTATTTGAAGATATGATAGTACAGTAGAAAACATGATTGTTAAAGAGGAAAAGGCTTCCCTATAGCAAT
GAAAACCTCTGTATGGAGAGAAGATTGTTATAGCAGCTCAAGCTTATAGTTATAGCTGAAGGTGCTTCAACGAAGCAAGAG
CTTACATGAAGGAGAGAAAAACAAATTTGGAAGAAAGCCTTGACAAATCCAAGGCTTGCATGGATGATGGCAGATATGGAT
GTAGCTATAGAATCAGTATAGTATTTAGTATATAAAGCAGCATATCTTAAACAAGCAGGACTTCCATACACAGTTGATGC
TGCAAGAGCTAAGCTTATGCTGCAATGATGCAATGGATGAACAACTAAGGCACTACAATTTTGTGGATACGGAT
ATACAAAAGATTATCCAGTTGAAAGAAATGATGAGAGATGCTAAGATAACTGAAATATATGAAGGAACTTCAGAAATTCAG
AAATAGTTATTTTCAAGAAAAATTTTAGATAATTTAAGGAGGTTAAGAGGATGAATATAGTTGTTTGTAAAAACAGT
TCCAGATACAGCGAGGATCAAAAGGATCCAGTTAAGGGAACACTATAAGAGAAGGAGTTCCATCAATAAATAATCCAG
ATGATAAAAAACGCACTTGAGGAAGCTTATAGTATTAAGGATAATTTAGGTGCACATGTAAACAGTTATAAGTATGGGACCT
CCACAAGCTAAAAATGCTTTAGTAGAAGCTTGGCTATGGGTGCTGATGAAGCTGACTTTTACAGATAGAGCATTGGA
AGGAGCAGATACACTTGCAGCTTACATACAAATTCAGCAGGAATTAAGAAGCTAAAAATATGATATAGTTTGTCTGGAA
GGCAGGCTATAGATGGAGATACAGCTCAGGTTGGACCAAGAAATAGCTGAGCATCTTGAATACCTCAAGTAACTTATGTT
GAGAAGTTGAAGTTGATGGAGACTTTAAAGATTAGAAAAGCTTGGGAAGATGGATGAAGTTGTTGAAGTTAAGAC
ACCAGTTCTTTTAAACAGCAATTAAGAAATTAATGTTCCAAGATATAGAGTGAGAAAAATATTTCGGAGCATTGTATA
AAGAAGTAAAAATGTGGAAGTCCGCGATATAGATGTAGATAAGGCTAATTTAGGTCTTAAAGGTTCAACCAACTAAAGTT
AAGAAGTCATCAACTAAAGAGTTAAAGGACAGGAGAAAGTTATTGATAAGCTGTTAAGGAAGCAGCTGCATATGTTGT
CTCAAAATTAAGAGAAACATATATTTAAGTTAGGAGGATTTTCAATGAATAAAGCAGATTACAAGGCGTATGGG
TGTTTGCTGAACAAAGAGACGAGAAATCAAAAAGGTATCATTTGGAATTTATAGTTAAGGTTAAGGAAATGGCTGAGAAA
TTAGCGCTGAATTAACAGCTGTTTACTTGGACATAATACTGAAAAATGTCAAAAGGATTTATATCTCATGGAGCAGA
TAAGGTTTTAGCAGCAGATAATGAACCTTTAGCACATTTTCAACAGATGGATATGCTAAAGTTATATGTGATTATAGTTA
```

도 21에서 계속된 서열

도면21

ATGAAAGAAAGCCAGAAATATTATTCATAGGAGCTACTTTATAGGAAGAGATTTAGGACCAAGAATAGCAGCAAGACTT
TCTACTGGTTAACTGCTGATTGTACATCATTGACATAGATGTAGAAAAATAGAGATTTATTGGCTACAAGACCAGCGTT
TGGTGGAAATTTGATAGCTACAATAGTTTGTTCAGACCCACAGACCAAAATGGCTACAGTAAGACCTGGTGTGTTTAAAA
AATTACCTGTTAATGATGCAAAATGTTTCTGATGATAAAATAGAAAAAGTTGCAATTAAATTAACAGCATCAGACATAAGA
ACAAAAGTTTCAAAAAGTTGTTAAGCTTGCTAAAGATATTGACAGATATCGGAGAAGCTAAGGTATTAGTTGCTGGTGGTAG
AGGAGTTGGAAAGCAAGAAAACTTTGAAAACTTGAAGAGTTAGCAAGTTTACTTGGTGGAAACAATAGCCGCTTCAAGAG
CAGCAATAGAAAAAAGATGGGTGATAAGGACCTTCAAGTAGGTCAAAGTGTAAAGCTGTAAAGCAAACTCTTTATATT
GCATGTGGTATATCAGGAGCTATCCAGCATTTAGCAGGTATGCAAGATTGAGATTACATAAATGCTATAAATAAAGATGT
AGAAGCCCCAATAATGAAGGTAGCAGATTTGGCTATAGTTGGTGATGTAAATAAAGTTGTACCAGAATTAAAGCTCAAG
TTAAAGCTGCTAATAATTAAAGATAAATAAAGAAATTTTAAAGCTTATTATGCCAAAACTACTTATAGTATTTTGGT
GTAAATGCATTGATAGTTTCTTAAATTTAGGGAGGTCTGTTAATGAAAAAGGTATGTGTTATAGGTGCAGGTACTATG
GGTTCAGGAATTGCTCAGGCATTTGCAGCTAAAGGATTTGAAGTAGTATTAAGAGATATTAAAGATGAATTTGTTGATAG
AGGATTAGATTTTATCAATAAAAAATCTTTTAAATTAGTTAAAAAGGAAAGATAGAAGAAGCTACTAAAGTTGAAATCT
TAAGTGAATTTCCGGAACGTTGACCTTAATATGGCAGCTGATTGCGATTTAGTTATAGAAGCAGCTGTTGAAAAGATTG
GATATTAAAAAGCAGATTTTCTGCTGACTAGACAATAATATGCAAGCCAGAAACAATCTTGCATCAAAATACATCATCACT
TTCAATAACAGAAGTGGCATCAGCAACTAAAGACCTGATAAGGTTATAGGTATGCAATTTCTTAATCCAGCTCTGTTA
TGAAGCTTGTAGAGGTAATAAGAGGTAATAGCTACATCACAAGAACTTTTATGTCAGTTAAAGAGACATCTATAGCAATA
GGAAAAGATCTGTAGAAAGTACGAGAGCAGGAGGATTTGTTGTAATAAGAAATTAATACCAATGATTAAAGAGCAGT
TGTTATATTAGCAGAAGGAATAGCTTCAAGTGAAGACATAGATAAAGCTATGAACTGGAGCTAATCAGCCCAATGGGAC
CATTAGAATTAGTGATTTATAGGCTTGATATATGCTTGCTATAATGGATGTTTTATACTCAGAACTGGAGATTCT
AAGTATAGACCACATACATTACTTAAGAGATATGAAGCAGGATGGCTTGGAAAGAAATCAGGAAAAGGTTTCTACGA
TTATTCAAAATAGTTTACAAGATCCGGATCCTTAGAGTCGACGTCACGCGTCCATGGAGATCTCAGGGCTGCAGAC
ATGCAAGCTTGGCAGCTGCGCGTCTTTTACAACTGCTGACTGGGAAAACTTGGCGTTACCCAACTAATCGCCTTGA
GCACATCCCCCTTTCGCGAGCTGGCGTAATAGCGAAGAGGCCGCCACCGATCGCCCTTCCCAACAGTTGCGCAGCCTGAA
TGGCGAATGGCGTAGCATATAAAAAAAGAGGCTGCAATTTGCAAGGCTCTTATTTTTATGGCGCGCGCATTCATTCTT
TTCTATATAAATATGAGCGAAGCGAATAAGCGTCGGAAGAGCAGCAAAAGTTTCTTTTCTGTTGGAGCATGGGGGT
TCAGGGGGTGCAGTATCTGAGCTCAATGCCGAGCGAAAGCGAGCGGAGGATGACATTTACGTAGATAAACCCCTGATA
TGCTCCGACGCTTATATAGAAAAGAGATTCAACTAGTAAAATCTAATATAGGTTGAGATGATAAGGTTTATAAGGA
ATTTGTTGTTCTAATTTTCACTCATTTTGTCTAATTTCTTTAACAATGTTCTTTTTTTAGAACAGTTATGAT
ATAGTTAGAATAGTTTAAAAAAGGAGTGAAGAAAGATGAAAGAAAGATGGAACAGTCTATAAAGGCTCAGAGGC
TCATAGCAGAAAGAGTGGAGAGTATAGAGGTTAGACAAGTTATACCGTAACAACACGCTTGGTAACCTGTAAGGCA
TATATAGTGCAATTAATAAGTATGTAGATATGATTGGCGGAAAAAACTTAAATCGTTAACTATATCTAGATAATGT
CCACTTAAGTAACAATACAATGATAGCTACAACAAGAGAAATAGCAAAAGCTACAGGAACAAGTCTACAACAGTAATAA
CAACACTTAAATCTTGAAGAAGGAAATATTAAAAAGAAAACTGGAGTATTAAATGTTAAACCTGGAACCTACTAATG
AGAGGCGACGACCAAAAACAAAAATCTTACTCGAATTTGGGAACCTTGAGCAAGAGGCAAAATGAAATAGATTGACC
TCCCAATAACCAACGATAGTTATTGGGAGGTCAATCTATGAAATGCGATTAAGGGCCGCCGAAGCAAACTTAAGAGTGT
GTTGATAGTGCAATCTTAAAAATTTGTATAATAGGAATTGAAGTTAAATAGATGCTAAAAATTTGTAATTAAGAAGG
AGTGATTACATGAACAAAAATATAAAATATTCTCAAACTTTTAAACGAGTGAAAAAGTACTCAACCAATAATAAAACA
ATTGAATTTAAAGAAACCGATACCGTTTACGAAATTTGGAACAGGTAAGGGCAATTAACGACGAACTGGCTAAAAATA
GTAAACAGGTACGCTCTATTGAATAGACAGTCACTATTCAACTATCGTCAGAAAAATTAAACTGAATACTCGTGTC
ACTTTAATCACAAGATATTCTACAGTTTCAATTCCTAACAACAGAGGTATAAAATGTTGGGAGTATTCTTACCA
TTTAAGCACACAAATATTAAAAAGGTTTGTGAAAGCCATGCGTCTGACATCTATCTGATTGTTGAAGAAGGATTCT
ACAAGCGTACCTTGGATATTACCGAACACTAGGGTTGCTCTTGACACTCAAGTCTCGATTGAGCAATTGCTTAAGCTG
CCAGCGGAATGCTTTATCTTAACCAAAAAGTAACAGTGTCTTAATAAACTTACCCGCCATACCACAGATGTTCCAGA
TAAATATTGGAAGCTATATACGTACTTTGTTTCAAATGGGTCAATCGAGAATATCGTCAACTGTTTACTAAAAATCAGT
TTATCAAGCAATGAACACGCGCAAGTAAACAATTTAAGTACCGTTACTATGAGCAAGTATTGCTATTTTAAATAGT
TATCTATTATTAACGGGAGGAAATAATTCTATGAGTCGCTTTTGAATTTGGAAAGTTACACGTTACTAAAGGGAATG
TGTTTAACTCTTTTGTATATCTCATGACCAAAATCCCTTAACGTGAGTTTTGTTCCACTGAGCGTCAGACCCCGTA
GAAAAGATCAAGGATCTTCTTGAGATCTTTTTTCTGCGCGTAATCTGCTGCTTGCAAAACAAAAAACCCGCTACC
AGCGGTGGTTTGTGTCGGATCAAGAGCTACCAACTCTTTTCCGAAGGTAAGTGGCTTACGACAGGCGAGATACCAA
ATACTGTTCTTAGTGTAGCCGATAGTAGGCCCACTTCAAGAACTCTGTAGCAGCCGCTACATACCTCGCTCTGCTA
ATCTGTTACAGTGGCTGCTGCCAGTGGCGATAGTGTGTCTTACCAGGTTGGAAGTCAAGACATAGTTACCGGATAA
GGCGCAGCGGTGGGCTGAACGGGGGGTCTGTGCACACAGCCAGCTTGGAGCGAAGCACCTACACCGAACTGAGATACC
TACAGCGTGAGCTATGAGAAAGCGCCAGCTTCCGAAAGGGAGAAAGCGGACAGGTATCCGGAAGCGCGAGGGTCCGA
ACAGGAGAGCGCAGAGGGAGCTTCCAGGGGAAACGCTGATCTTATAGTCTGTCGGGTTTGCACCTCTGACT
TGAGCGTCGATTTTGTGATGCTGTCAGGGGGGGGAGCCTATGGAACCAAGCCAGCAACGCGGCTTTTACGGTTCC
TGGCCTTTTGTGGCTTTTCTCAGATGTTCTTCTGCGTTATCCCTGATTCTGTGGATTAACCGTATTACCGCTTT
GAGTGAGCTGATACCGCTCGCGCAGCGAACGACCGAGCGAGCGAGTCAAGTGAAGGAGGAGCGAAGAGCGCCCAAT
ACGAGGGCCCCCTGCAGG

도면22

서열번호 39: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열
 ATGAGAAATTTGTTTATATTTAACAGCATAAAAATAAGAAAGAGGTGTCATTAATGAAGGTAACCTAAGGTAACCTAACGTTG
 AAGAATTAAATGAAAAGTTAGATGAAGTAACGGCTGCTCAAAAGAAATTTCTAGCTATACTCAAGAACAAAGTGGATGAAAT
 TTTCAAGGCAGGCAGCTATGGCAGCCAATAGTGCTAGAAATAGACTTAGCTAAAAATGGCAGTGGAAAGAAAGCGGAATGGGAAT
 TGTAGAAAGACAAGGTCATTAATAATCATTTTGTTCAGAAATATATATATAACAAATATAAGGGTGAAAAGACCTGCGGAGTT
 CTGGAACAAGATGAAGGCTTTGGTATGGTTAGAAATTCAGAACCTGTAGGAGTTATTGCAGCAGTAGTTCCAACAACTAATC
 CAACATCTACAGCAATATTTAAATCACTAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTATAGTTTTTACCACATCCAAGGGCAAAAA
 AATCAACTATTGCAGCAGCTAAGATAGTACTTGATGCAGCAGTTAAAGCTGGTCCCTGAAGGAATTATAGGCTGGATAGA
 TGAACCTTCTATTGAACCTTACAGAGTGGAATGAAAGAAGCAGATCTAATCTTGCAACTGGTGGACCAAGGTATGGTTAAGG
 CTGCCTATTCTTCAGGAAAGCCTGCTATAGGAGTTGGTCCAGGTAATACACCTGCTGTAATTGATGAAAGTGCCGACATTAAA
 ATGGCAGTAAATCACTACTCTTTCAAAAACTTTTGATAATGGTATGATTTGTGCTTCAGAGCAGTCAGTAATAGTTGCAAGC
 TCAATATACGATGAAGTCAAGAAAGAGTTTGCAGATAGAGGAGCATATATATTAAGTAAGGATGAAACAGATAAGGTTGGA
 AAAACAAATCATGATTAAATGGAGCTTAAATGTGGAATTGTAGGGCAAGTGCCTTAAAAATAGCTCAGATGGCGGAGTCA
 GTGTACCGGAAGATGCTAAAATCTTATAGGAGAAGTTAAATCGGTAGAACCTGAAGAAGAGCCCTTTGCTCATGAAAAGCT
 GTCTCCAGTTCTAGCCATGTACAAAGCAAAAGATTTTGTGAAGCACTTCTAAAGGCTGGAAGATTAGTTGAACGAGGTGGA
 ATAGGGCATACTCTGATTGTATGTAAATTCGATGACGGAAGTAAAGTAGAAAAGTTGAGAGAACTATGAAGACCG
 GTAGAACCTTGATATAATGACCTTCAGCGCAAGGCGCTATAGGAGATATATATACTTTAACTAGCTCCTTTTGACATTAG
 GCTGTGGTTCTGGGGAGGAAACTCTGTATCAGAAAAATGTTGGACCTAAACACTTTGTTAAACATAAAGAGTGTGCTGAGAG
 GAGAGAAAAATATGCTTTGTTTATAGTACCTGAAAAGGTTTATTTCAAATATGGCAGCCTTGGAGTTGCACTAAAAAGAACTG
 AGAATTATGGAGAAGAAAAAGGCGTTTATAGTAACGGATAAAGTTCTTTATCAATTAGGTTATGTAGATAAAATTACAAAGA
 ACCTCGATGAATTAAAGGTTTATATAAAATATTTACAGATGTAGAACCAGATCCAACCTTGTCTACAGCTAAAAAGGTGCA
 GCAGAACTGCTTCTTATGAACCAAGATCAATTAAGCAGTTGGTGGTGGTTCGGAATGGATGCTGCCAAGATCATGTGGG
 TAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAGATTTGAAGATTTGGCCATGAGATTTATGGATATAAGAAAGAGAGTATATGTTTTCT
 AAGATGGGAGAAAAGGCAATGATGATTTAGTAGCAACATCCGAGGAACAGGGTCAGAAGTTACTCCATTTGCAGTAATTA
 CGGACGAAAGAACAGGAGCTAAATATCCTCTGGCTGATTATGAATTAACCTCAAACATGGCTATAGTTGATGCAGAACTTAT
 GATGGGAATGCCAAAGGGGCTAACAGCAGCTTCAGGTATAGATGCGTTGACTCATGCACTGGAGGCTATGTGTCAATAATG
 GCTTCAGAAATATACCAACGAGTGGCTCTTGAAGCAACAAGATTAGTATTCAAATTTTCCAATAGCTTATACAGAAGGTAC
 AATTAAATGTAAGGCAAGAGAAAAATGGCTCATGCTTCATGTATTGCAGGTATGGCCTTTGCCAATGCAATTTTATGGGGTAT
 GCCACTCATGGCACATAAATGGGAGCAGCACCACATACCACATGGAATTGCCAATGCACTTATGATAGATGAAGTTATA
 AAATTCATGCTGTAGAGGCTCCAAGGAAACAAGCGGCTTTCCACAATATAAATATCCAATGTTAAAAAGAGATATGCTA
 GAATAGCTGATTACCTAAATTTAGGTGGAAGTACAGATGATGAAAAAGTACAATGCTAATAAATGCTATAGATGACCTAAA
 AACTAAGTTAAATATCCAAGACTATTAAGAAAGCAGGAGTTTCAGAAGATAAATTTCTATGCTACTTTAGATACAATGTCAG
 AACTGGCTTTTATGATCAATGTACAGGAGCTAATCCACGATATCCACTAATAGGAGAAATAAACCAATGTATATAAATGCA
 TTGTATACCAAAAGGCAACTGTGGAGAAGAAAAACAAGAAAGAAAAAGTAA

도면23

서열번호 40: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열
 MRNLFIFNSIKNKEVSLMKVTKVTNVEELMKKLDEVTAQKKFSSYTQEQVDEIFRQAAMAANSARIDLAKMAVEES
 GMGIVEDKVIKNHFVAEYIYNKYKGEKTCGVLEQDEGFGMVRIAPVGVIAAVVPTTNPSTAIKSLIALKTRNGIVFSP
 HPRAKKSTIAAKIVLDAAVKAGAPEGIIGWIDEPSIELSQVVMKEADLILATGGPGMVKAAYSKGKPAIGVGPNTPA
 VIDESADIKMAVNSILLSKTFDNGMICASEQSVIVASSIYDEVKKEFADRGAYILSKDETDKVGKTIMINGALNAGIVGQS
 AFKIAQMAGVSVPEDAKILIGEVKSVEPEEPFAHEKLSPLVAMYKAKDFDEALLKAGRLVERGGIGHTSVLYVNSMTE
 KVKVEKFRETMTKTRTLINMPASQAIGDIYNFKLAPSLTLGCGSWGGSNSVSENVGPKHLLNIKSVAERRENMLWFR
 VPEKVYFYKGLGVALKELRIMEKKAFIVTDKVLQLYQGYVDKITKNLDELRSYKIFTDVEPDPTLATAKKGAAELLSYEP
 DTIIAVGGGSAMDAAKIMWVVMYEHPEVRFEDLAMRFMDIRKRVYVFPKMGKAMMISVATSAGTGSEVTPFAVIT
 DERTGAKYPLADYELTPNMAIVDAELMMGMMPKGLTAASGIDALTHALEAYVSIMASEYTNGLALEATRLVFYKLPYAT
 EGTINVKAREKMAHASCIAGMAFANAFLVGCHSMAHKLGAQHHPHIGIANALMIDEVIKFNAVEAPRKQAAFQYK
 YPNVKRRYARIADYLNLLGGSTDEKQVLLINAIDDLKTLNIPKTIKEAGVSEDKFYATLDTMSELAFFDQCTGANPRYP
 LIGEIKQMYINAFDTPKATVEKTRKKK*

도면24

서열번호 41: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAAGTTACAAACGTAGAAAGAACTAATGAAAAGACTAGAAAGAAATAAAGGATGCTCAAAGAAATTTGCTACATATACTC
AAGAAACAAGTGGATGAAATTTTAGACAAGCAGCTATGGCAGCTAATAGTGCTAGAATAAGCTAGCTAAATAGGCAGTAG
AAGAAAGCGGAATGGGAATTTGTAGAAGACAGGTTATTAATAATCACTTTGCTTCAGAATATATATAACAAATATAAGGA
TGAAAAAACCTGTGGAGTTTAGAGAGAGATGCAGGCTTTGGTATAGTTAGAATTCGCGAACCTGTAGGAGTTATTGCAGCA
GTAGTCCAACTAATCAACATCTACAGCAATATTTAACTCACTAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTATAATTTTTCAC
CCCATCCAAAGGGCAAAGAAATCAACTATTGCAGCAGCTAAAATAGTACTTGACGCTGCAGTTAAAGCTGGTGCTCCTGAAGG
AATTATAGGATGGATAGATGAACCTTCCATTGAACCTTTCACAGGTGTAATGGGAGAAGCAAATTAATCTTGAACCTGGTG
GTCCGGGTATGTTAAGGCTGCCTATTCTTCAGGCAAACTGCTGTGGGAGTTGGTCCAGGTAACACACCTGCTGTAATTGAT
GAAAGTGGCAGATTAAATGGCAGTAAATTCATATTACTATCAAAAACCTTTTGATAATGGTATGATTGTGCCTCAGAGCA
GTCAGTAATAGTTTAGACTCAATATATGAGGAAGTAAAAAAGAATTTGCTTAGGGGTGCTTATATTAAGTAAGGATG
AAACAGATAAGGTTGGAAAAATAATTTAAAAAATGGAGCCTTAATGCAGGTATTGTAGGACAACCTGCTTTAAAAATAGC
ACAGCTGGCAGGATGGATTGACCAAAAAAGCTAAAGTACTTATAGGAGAGGTAGAATCGGTAGAACTTGAAGAACCATT
TTCTCATGAAAAGTTATCTCCAGTTTATAGCTATGTACAGGGCAAGAAATTTTGAGGATGCCATTGCAAAAACCTGATAAACTGG
TTAGGGCAGGTGGATTGGACATACATCTTCATTGTATATAATCCAATGACAGAAAAAGCAAAGTAGAAAAATTTAGTACT
ATGATGAAAACATCAAGAACTATAATTAAACACCTTCATCCCAAGGTGGTATAGGTGATATATAAATTTAACTAGCTCCT
TCTTTGACATTAGGCTGCGGTTCTGGGGGGGAAATTCGTATCCGAAATGTTGGGCTAAACATTATTAACATAAAAAG
TGTTGCTGAGAGGAGAGAAAAATATGCTTTGGTTTAGAGTACCTGAAAAGGTTTATTCCAATATGGTAGTCTTGGAGTTGCAT
TAAAGAGTTAAAGTTATGAATAAGAAGAAAGTATTTATAGTAACAGATAAAGTCTTTATCAATTAGGTATGTGGACAAA
GTTACAAAAGTTCTTGAGGAACATAAAATTTCTATAAGGTATTTACAGATGTAGAACCAGATCCAACCTTCTGACAGCTAA
AAAAGGTGCAGCAGAAGCTGCTTCTATGAACCGGATACAATTATATCAGTTGGTGGTGGTTCAGCAATGGATGCAGCTAAG
ATCATGTGGTAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAATTTGAAGATTTAGCTATGAGATTTATGGATATAAGAAAGAGAGAT
ATGTTTTCCTTAAGATGGGAGAAAAAGGCAATGATGATTTTCAGTAGCAACATCCGAGGAACAGGGTCCGGAAGTTACTCCATT
TGCAATCACTGATGAAAAACAGGAGCTAAATATCCATTAGCTGATTATGAACCTAATCCAGACATGGCTATAGTTGATG
CAGAACTTATGATGGGAATGCCAAGAGGACTTACAGCAGCTTCGGGTATAGATGCATTAAACCATGCAGCTGGAGGCGTATGT
GTCAATAATGGCTCAGAAATTTACCAATGGATTAGCCCTTGAAGCAGTAAAGTTGATATTTGAATATTTACAAAAGCTTATA
CAGAAAGGTACAACATAAGTAAAGGCAAGAGAAAAAGATGGCTCATGCTTATGATTTGCAGGTATGCGCTTTGCAAAATGCATT
TTTAGGGGTATGCCACTCTATGGCACATAAATGGGAGCACAGCATCACATACCACATGGAATTGCCAATGCACTTATGATAG
ATGAAGTTATAAAATCAATGCTGTAGATGATCCAATAAAACAAGCTGCATTTCCCAATACGAGTATCCAAATGCTAGGTAT
AGATATGCTCAGATAGCTGATTGCTGCTGAACCTTGGGAGGAAATACAGAAGAGGAAAGGTACAACCTATTAATAAATGCTATAG
ATGATTTAAAGCTAAGTTAAATATTTCCAGAACTATAAAAGAAGCAGGAGTTTCAGAAGATAAATCTATGCTACTTTAGAT
AAAATGTGAGAATTAGCTTTTATGATGATCAGTGTACAGGAGCTAATCCAAGATATCCACTGATAAGTGAATAAAACAATGTGA
TATAAATGTTTTGATAAAACCGAACCAATTTGAGAAGATGAAGAAAGTAA

서열번호 42: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MKVTNVEELMKRLEIKDAQKKFATYTTQEQVDEIFRQAAAMAANSARIELAKMAVEESGMGIVEDKVIKHNHFASEYIYNKYKDEKTC
GVLERDAGFGVIRIAEPVGVIAAVVPTTNPSTAIKFSIALKTRNGIIFSPHPRAKKSTIAAKIVLDAAVKAGAPEGIIGWIDEPSIELS
QVVMGEANLILATGGPGMVKAAAYSSGKPAVGVGPNTPAVIDESADIKMAVNSILLSKTFDNGMICASEQSVIVLDSIYEEVKKEF
AYRGAYILSKDETDEKVKILKNGALNAGIVGQPAFKIAQLAGVDVPEKAKVLIGEVESVELEPPFSHEKLSPLVLMYARNFEDAIK
TDLKVRAGFGHTSSLYINPMTEKAKVEKFTSMMTKTRTIINTPSSQGGIGDIYNFKLAPSLTLGCGSWGGNSVSENVGPKHLLNIK
SVAERRENMLWFRVPEKVVYFKYGLSLGVALKEKLVMMKKVFIIVTDKVLVQLGVVDKVTKVLEELKNFL*

도면25

서열번호 43: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

TTGGAAAAATTTGATAAAGACTTACGTTCTATACAAAGCAAGAGATCTTGACAGTTTAGGAAAAATTCGAGCAGACCAAAAT
TGCTGATTATACCTGAAGAACCAATTGATAAAATCCTATGTAATATGGTTAGGGTAGCAGAAAGAAATGCAGTTTGCTTGGTA
AAATGGCTGCAGAAAGAACTGGTTTTGGAAAAGCTGAAGATAAGGCTTATAGAACCATATGGCTGCTACTACAGTATATAA
TTACATCAAGGATATGAAGACTATTGGTTTATAAAGAAGATAAAAGTGAAGGTGTAATTGAATTTGCAGAACCAAGTTGGT
TTATTAATGGGTATTGTACCATCTACAAATCCAACATCTACTGTTATTTATAAATCAATCATTGCAATTAATCAAGAAATGCAA
TTGATTCTCACCAACCCAGCTGCATTAAAAATGTTCAACAAAAGCAATAGAACTTATGCGTGATGCAGCAGTAGCAGCAGGA
GCTCCTGCAAAATGTAATTTGGTGGTATTGTTACACCATCTATACAAGCTACAAATGAACCTTATGAAAGCTAAAGAAATGCTAT
GATAATTGCAACTGGAGGCCCTGGAATGTTAAAGGCTGCATATAGTTCAAGAACCTGCAATAGGCGTTGGTGCTGGTAAC
TCTCCATCCTATATTGAAGAACTGCTGATTTCATCAATCAGTTAAAGATATAATAGCTAGTAAGAGTTTTGACTATGGTACT
ATTTGTGCATCCGAGCAGTCTGTAATTGAGAAAGTGAAGCAATGATGAAATAGTAGCTGAATTTAAGAAACAAGGCGGAT
ATTTATGACAGCTGAAGAACTGCAAAAGTTTGACGCTACTTTTTAACTGGTACACACAGCATGAGCGCTAAGTTTGTA
GGAAGAGCTCCTCAGGTTATAGCAGAAAGCTGCAGGTTTACAGTTCCAGAAGGAACAAAAGTATTAATAGGAGAACAAGGC
GGAGTTGGTAATGGTTACCTCTATCTTATGAGAAACTTACAACAGTACTTGCTTTCTATACAGTTAAAGATTGGCATGAAGC
ATGTGAGCTTAGTATAAGATTACTTCAAAATGGTCTTGGACATACAATGAACATTCATACAAATGATAGAGACTTAGTAATGA
AGTTTGCTAAAAAACAGCATCCCGTATCTTAGTTAATAGTGGTGAAGCCAGGGAGGTAAGTGGTGAAGCACAGGATTAGC
ACCTGCATTTACATTAGGTTGTGGTACATGGGGAGGAAGCTGTTCTGAAAATGTTACTCCATTACATTTAATCAATATAAA
GAGAGTAGCATATGGTCTTAAAGATTGTAACATTAGCTGCAGACGATACAACCTTCAATCATCTGAACTTTGCGGAAGCA
AAAATGACTTAGGATTCTGTGCTACAAGCCCTGCAGAAATTTGCAGCAAGAGCAATTTGATAGCACTGCTGCAGATACTACT
GATAATGATAAACTTGCTAGACTCGTAAGTGAATTAGTAGCTGCAATGAAGGGAGCTAACTAA

서열번호 44: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MENFDKDLRSIQEARDLARLKGIAADQIADYTEEQIDKILCNMVRVAEENAVCLGKMAAEETGFGKAEDKAYKNHMAATTVYNYI
KDMKTIGVIEKSEGVIEFAEPVGLLMGIVPSTNPSTSVIYKSIIAKSRNAIVFSPHPAALKCSTKAIELMRDAVAAGAPANVIGGI
VTPSIQATNELMKAKEVAMIIATGGPGMVKAAAYSSGTPAIGVGAGNSPSYIERTADVHQSVKDIIASKSFDYGTICASEQSVIAEECN
HDEIVAEFFKKQGGYFMTAEETAKVCSVLPKPGTHSMSAKFVGRAPQVIAEAAAGFTVPEGTKVLIQEQQGVGNNGYPLSYEKLTTVLA
FYTVKDWHEACELSLRLGLGHTMNIHTNDRDLVMKFAPKPSRILVNTGGSQGGTGASTGLAPFTLGCCTWGGSSVSENV
TPLHUNIKRVAYGLKDCTTLAADDFTFNHPELCSKNDLGFCASTPAEFAAKSNCDSTAADTTDNKDLARLVSELVAAMKGAN

도면26

서열번호 45: 클로스트리디움 오토에타노게놈의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

GTGGAAATGTCTGCACGACACAAAAATGTTAGCAACCTTTCCACAAGAAAAGCTAGATGAGATTGTTGAACGTATGGCGG
AAGAAATCGGAAAACATACCCGAGAGCTTGCTGTAATGTCACAGGATGAACTGGTTATGGAAAATGGCAGGATAAATGCA
TCAAAAACCGATTTCCTGTGAGTATTGCCAGCTAAGCCTTAGAGGAATGCGATGTGTAGGTATTATTAAATGAAAATGGTCAG
GATAAGACCATGGATGTAGGTATACCTATGGGTGTAATTATTGCATTATGTCCTGCAACTAGTCCGGTTTCTACTACCATATAT
AAGGCATTGATTGCAATTAAGTCTGGTAATGCAATTATCTTTCTCCACATCCTAGAGCAAAGGAGACAATTTGTAAGGCGCT
TGACATCATGATTCGTGCAGCTGAAGGATATGGGCTTCCAGAAGGAGCTCTTGATCACTTACATACTGTGACGCCTAGTGGGA
ACAATCGAATTGATGAACCATATTGCGACTTCTTTGATTATGAATACAGGTGTTCCCGGGATGCTTAAAGCAGCATATAATTCT
GGGAAACCTGTTATATATGAGGAACTGGTAATGGACCAGCATTTATTGAACGTACAGCTGACATCAAAACAGGCGGTAAAA
GATATTATTGCTAGTAGAACCTTTGATAACGGAATAGTACCATCAGCTGAACAATCTATTGTTGTAGATAGCTGTGTGCATCT
GATGTTAAACGTGAGTTGCAAAATAATGGTGCATATTTTCATGACAGAGGAGGAAGCACAAAACCTAGGTTCTCTCTTTTCCG
TTCTGATGGCAGTATGGATTGAGAAATGGTTGGCAAATCCGCACAAAGATTGGCTAAAAAAGCAGGTTTCAGCATTCCTGAA
AGTAGCACAGTGCTAATTTGAGAGCAGAAATATGTTTCTAAGATAATCCTTATTCCAAGGAGAACTTTGTCCGGTACTAGC
TTACTACATTGAAGATGATTGGATGCATGCATGTGAAAAGTGATTGAAGTCTGTTAAGTGAGAGACATGGTCACACTCTTG
TTATACATTCAAAAGACGAGATGTAAATTCGCCAGTTTGCATTAAAAAACCTGTAGGTAGGATCTGTTAATACGCTGCT
TCCTTTGGTAGTAGTGGGTGCTACAAGTAATTTATTTCTGCTTTAACTTTAGGTAGTGGATCGGCAGGTAAAGGTATTACCTCC
GATAATGTTTCAACATGAATCTTATTTACGTCCGCAAAGTCGGATATGGCGTACGGAATGTAGAAGAGATTGTCAATACTAA
TGGAATTGTTACAGAAAGAAAAAGTGATTTGAATGGAATGACAAAAAGTCAGACTATAATCCAGAGGATATACAAATGTTA
CAGCATATTTTAAAAAAGCTATGGAAAAAATTAATAG

도면27

서열번호 46: 클로스트리디움 오토에타노게놈의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MENAAARQKMLATFPQEKLEIVERMAEEIGKHTRELAVMSQDETGYGKWQDKCIKNRFACEYLPKLRGMRCVGIINENGQD
KTMDVGVPMGVIIALCPATSPVSTIYKALIAIKSGNAIIFSPHPRAKETICKALDIMIRAAEGYGLPEGALAYLHTVPSGTIELMNH
ATSLIMNTGVPGLKAAVNSGKPVYGGTGNPGAFIERTADIKQAVKDIIASKTFDNGIVPSAEQSIVVDSVASDVKRELQNNGAY
FMTEEEAQKLSLFFRSMDSEMVGKSAQRLAKKAGFSIPESTVLISEQKYVSQDNPSKEKLCPLVAYIEDDWMHACEKIE
LLSERHGHTLVHISKDEVDVIRQFALKPVGRILVNTPASFGSMGATSNLFPALTLGSGSAGKGITSDNVSPMNLIVYRKVGVYGVNRN
VEEIVNTNGLFTEEKSDNLGTMKSDYNPEDIQMLQHILKKAMEKIK*

서열번호 119: 클로스트리디움 오토에타노게놈의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGCAAGATTTACTTTACCAAGAGACATTTATTTGGAGAAAATTCATTAGAAACCTTGAAAGACCTAGATGGAAAAAAGC
TGTTATTGTCGTAGGTGGTGGATCCATGAACAGTATTTGGATTCTTGATAAGGTAGTAACTACTTAAAAAGAACGAGGTATTG
AATCAAAATTAATAGAAGGAGTTGAACAGATCCATCTGTAGAACTGTTATGAATGGCGCTAACTAATGAGAGAATATGA
ACCAGATTTAATAGTATCAATAGGTGGAGGTTCCCAATTGACGCAGCAAAAGCTATGTGGATATTCTATGAATACCTCTGAGT
TTACTTTTAAAGAGGGTGTGGTCTCTTTGGTCTTCTTAAATTAAGACAAAAAGCAACATTTATAGCTATACCTTCTACAAAGT
GTACTGCAACAGAAAGTAACGCGCATTTTCTGTAATAACAGACTATAAAGCTAAATTTAAATATCCTTTAGCTGACTTCAATTTAA
CACCAGATATAGCTATAATTGATCCAGCATTAGCTCAAAACATGCCACCTAAATTAAGTGCACATACTGGAATGGATGCACTT
ACCATGCTATTGAAGCATATGTTGCAGGACTTCATTGAGTTTCTCAGATCCTCTTGCTATTCAAGCTATAGTTATGGTAAATC
AGTATTTAATTAATCTTACAAATGAAGATAAAGAGCTAGAAACCAATGCAATTAAGCTCAATGTTTAGCTGGAATGGCATT
TCAAATGCACTTCTTGAATAACTCACAGTTAGCACATAAAACAGGTGCAGTATTCCATATTCCTCATGGATGTGCCAATGCA
ATATATCTTCCCTATGTTATAGATTCAATAAAAAAGCTTGACACCAAGATATGCTGATATAGCTAGGAGTCTTAACTTCCA
GGAAATAGTATGATGAATTAGTAGATTCACTAACTAACATGATTAAGATATGAACAAGAGTATGGATATTCCTTTGACATT
AAAAAGATTACGGAGATGAGAAAGAAATTTAAAGATATGAAGATTTTATAGCTCAATAGTCCGTATTAGATGCCTGCAC
GGATCAATCCTAGAGATATAAATGATGCTGAAATGAAAAAATGTTAGAAATACATCTATTATGGTAAAAAGGTTGATTTTAA
A

도면28

서열번호 120: 클로스트리디움 오토에타노게놈의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MARFTLPRDIYFGENSLETLDLDGKKAVIVVGGGSMKRFGLDKVVNYLKEAGIESKLIIEGVEPDPSVETVMNGAKLMREYEPDLI
VSIIGGGSPIDAAMWIFWYEPFTFKEAVVPFGLPKLRQKATFIAIPSTSGTATEVTFASVITDYKAKIKYPLADFNLTPIAIIIDPALA
QTMPPKLAHTGMDALTHAIEAVYAGLHVSFSDPLAIQAIMVNVQYLIKSYNEDKEARNQMHLAQCLAGMAFSNALLGITHSLAH
KTGAVFHIPHCAGANAIPLYPVIDFNKCACTPRYADIARSLKLPNGTDDDELVDLSLNMIMKDMNKSMDIPLTKDYGVDEKEFKDNEF
IAHNAVLDACTGSNPSINDAEMKKLEIYYGKKVDF*

서열번호 121: 클로스트리디움 오토에타노게놈의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGGAAGATTTACTTTGCCTAGGGATATTTACTTTGGTGAAAAATGCCTTAGAAAAATTTAAAAATTTAGATGGAAATAAAGC
AGTAGTTGTTGAGGTGGGGATCTATGAAGAGATTTGGATTCTTAGCCAAAGTTGAAAAATACTTAAAGAAACTGGTATG
GAAGTTAAATTAATAGAAGGTGTTGAGCCTGATCCGTCTGTTGATACTGTTATGAATGGCGCTAAAAATATGAGAGACTTTAA
CCCAGATTGGATAGTATCAATAGGTGGAGGATCTCCCATAGATGCTGCTAAAGCAATGTGGATATTTATGAATACCCCGACT
TTACATTTGAAAAAGCGGTAGTCCCTTTTGAATTCCTAAATTAAGGCAGAAAGGCACAATTTGTTGCTATACCTTCTACAAGT
GAACAGCAACTGAAGTAACATCATTTTCTGTAATAACAGACTATAAAGCTAAAAATAAATATCCTTCTGAGATTTTAACTTA
CCCTGATATAGCTATAATAGATCCGTCTCTTGCAGAAACAATGCCAAAAAGCTTACAGCACACACTGGAATGGATGCACTT
ACTCACGCAATAGAAAGCATATGATAGCAAGTTACATTGAGATTTCTCAGATCCACTTGCTATGCATGCTATAACCATGATTTCAT
AAATATTTATTGAAATCCTATGAAGAAGATAAAGAAGCTAGAGGACATATGCATATAGCCCAATGTCTAGCTGGGATGGCAT
TTTCAAATGCTCTCCTTGGAAATACTCATAGTATAGCACATAAACTGGTGCAATTTTACATACCTCATGGGTGTGCTAATG
CCATATACTTACCTTATGTTATAGATTTTAAACAAGAAAGCTTGTTCAGAAAGATATGCTAAAAATAGCCAAAAAGCTGCATCTAT
CAGGAAATAGTGAAGATGAGCTAATAGATTCACTAACTGAAATGATTCGTAATGAACAAAAAGATGGATATTCCTCTCACC
ATAAAAAGATTATGGTATAAGCGGAAACGATTTTAAATGAAACCTAGATTTTATAGCTCACAATGCCATGATGGATGCCTGCAC
TGGATCCAATCCTAGAGCAATAACTGAGGAAGAAATGAAAAAGCTTTCAGTATATGATAATGGGCAAAAGGTTAATTTTC
TAG

도면29

서열번호 122: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MGRFTLPRIYFGENALENLKNDGNKAVVVVGSGMKRFGFLAKVEKYLKETGMEVKLIEGVEPDPSVDVTVMNGA
KIMRDFNPDWIVSISGGSPIDAAKAMWIFYEYDPDFFKAVVPFGIPKLRQKAQFVAIPSTSGTATEVTSFSVITDYKAKI
KYPLADFNLPDIAIIDPSLAETMPKLTHTAGTMDALTHAIEAYVASLHSDFSPLAMHAITMIHKYLLKSYEEDKEARG
HMHIAQCLAGMAFSNALLGITHSIAHKTGAVFHIPHGCAAIYLPYVIDFNKKACSERYAKIAKKLHLSGNSDELIDSLT
EMIRTMNKKMDIPLTIKDYGISENFENLDFIAHNAMMDACTGSNPRAITEEMKKLLQYMYNGQKVN*

서열번호 51: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAAGTTACAAACGTAGAAGAACTAATGAAAAGACTAGAAGAAATAAAGGATGCTCAAAAGAAATTTGCTAC
ATATACTCAAGAACAAAGTGGATGAAATTTTTAGACAAGCAGCTATGGCAGCTAATAGTGCTAGAACTAGAACTAGC
TAAATGGCAGTAGAAGAAAGCGGAATGGGAATTTAGAAAGACAAGGTTATTAATAATCACTTTGCTTCAGAAT
ATATATATAACAAATATAAGGATGAAAAACCTGTGGAGTTTTAGAGAGAGATGCAGGCTTTGGTATAGTTAGA
ATTGCGGAACCTGTAGGAGTTATTGAGCAGTAGTCCAACTAATCAACATCTACAGCAATATTTAAATCAC
TAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTATAATTTTTACCCCATCAAGGGCAAAGAAATCACTATTGCAGCAGC
TAAATAGTAGTCTGACGCTGCAGTTAAAGCTGGTCTCTGAAGGAATTATAGGATGGATAGATGAACCTTCCAT
TGAACCTTTCACAGGTGGTAAATGGGAGAAGCAAAATTTAATCTTCACTGGTGGTCCGGGTATGGTTAAGGCTGC
CTATTTCTCAGGCAACCTGCTGTGGGAGTTGGTCCAGGTAACACACCTGCTGTAATTGATGAAAGTGCCGACAT
TAAATGGCAGTAAATCAATATTACTATCAAAACCTTTTGATAATGGTATGATTTGCTCAGAGCAGTCAGTA
ATAGTTTTAGACTCAATATATGAGGAAGTTAAAAAAGAAATTTGCTTATAGGGTGCTTATATTAAGTAAGGAT
GAAACAGATAAGGTTGGAATAATTTAAAAAATGGAGCCTTAAATGCAGGTATTGTAGGACAACCTGCTTTT
AAAAATAGCAGCTGCGCAGGAGTGGATGACAGAAAAAGCTAAAGTACTTATAGGAGAGGTAGAATCGGTAG
AACTTGAAGAACCATTTCTCATGAAAAGTTATCTCCAGTTTTAGCTATGTACAGGGCAAGAAATTTGAGGATGC
CATTGCAAAAACTGATAAACTGGTTAGGGCAGGTGGATTTGGACATACATCTTCATTGTATATAAATCCAATGAC
AGAAAAAGCAAAAGTAGAAAAATTTAGTACTATGATGAAAACATCAAGAACTATAATTAACACACCTTCATCCCA
AGGTGTATAGGTGATATATAACTTTAACTAGCTCCTCTTTGACATTAGGCTGCGGTTCTGGGGGGGAAA
TTCTGTATCCGAAATGTTGGGCCTAAACATTTATTAACATAAAAAAGTGTGCTGAGAGGAGAGAAAAATGCT
TTGGTTTAGAGTACCTGAAAAGGTTTATTTCAAATATGGTAGTCTTGGAGTTGCATTAAAAAGAGTTAAAGTTATG
AATAAGAAGAAAGTATTTATAGTAACAGATAAAGTCTTTATCAATTAGGTTATGTGGACAAAGTTACAAAAGTT
CTTGAGGAACATAAAATTTCTATAAGGTATTTACAGATGTAGAACCAGATCCAACCTTGTACAGCTAAAAAA
GGTGACAGCAAGCTGCTTCTATGAACCGGATACAAATATATCAGTTGGTGGTGGTTGAGCAATGGATGCAGCT
AAGATCATGTGGTAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAAAATTTGAAGATTTAGCTATGAGATTTATGGATATAAGA
AAGAGAGTATATGTTTCCCTAAGATGGGAGGAGAAAAAGCAATGATGATTTTCAAGTAGCAACATCCGAGGAACAGG
GTCGGAAGTTACTCCATTTGAGTAACTACTGATGAAAAACAGGAGCTAAATATCCATTAGCTGATTATGAAT
AACTCCAGACATGGCTATAGTTGATGCAAACTATGATGGGAATGCCAAGAGGACTTACAGCAGCTTCGGGTA
TAGATGCATTAAACCATGCACTGGAGGCTATGTGTCAATAATGGCTACAGAATTTACCAATGGATTAGCCCTTG
AAGCAGTAAAGTTGATATTTGAATTTTACCAAAAGCTTATACAGAAGGTACAACATAAGTAAAGGCAAGAGAAA
AGATGGCTCATGCTTCATGATTGCAAGGTATGGCCTTTGCAATGCATTTTATAGGGGTATGCCACTCTATGGCACA
TAAATTTGGGAGCAGCATCACATACCATGGAATTTGCCAATGCATTTATGATAGATGAAGTTATAAAATCAA
TGCTGTAGATGATCAATAAAACAAGCTGCATTTCCCAATACGAGTATCCAAATGCTAGGTATAGATATGCTCA
GATAGCTGATTGTGAACTTGGGAGGAAATACAGAAGGAGGAAAGGTACAACATAATTAATAAATGCTATAGATG
ATTTAAAGCTAAGTTAAATATTCAGAACTATAAAAGAAGCAGGAGTTTCAAGATAAATTTCTATGCTACTTT
AGATAAAATGTCAGAAATAGCTTTTATGATGATCAGGTACAGGAGCTAATCCAAGATATCCACTGATAAGTGAAT
AAAACAATGTATATAAATGTTTTGATAAAACCGAACCAATTGTAGAAGATGAAGAAAAGTAA

도면30

서열번호 52: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MDAAKIMVWVMEHPEVKFEDLAMRFDIRKRVVFPKMGKAMMISVATSAGTGSVTPFAVITDEKTKAKYPLADYELTPDM
AIVDAELMMGMMPRLTAASGIDALHAEAYVSIMATEFTNGLALEAVKLIFEYLPKAYTEGTTNVKAREKMAHASCIAGMFAFAN
AFLGVCHSMAHKLGAQHHPHIGIANALMIDEVIKFNVAVDPIKQAAPQYEPYRNARYAQIADCLNLGGNTEEEKVQLLINAIDD
LKAKLINIPETKEAGVSEDKFYATLDKMSLAFDDQCTGANPRYPLISEIKQMYINVFDKTEPIVEDEEK*

서열번호 53: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAAATAAAATTAGGGGGAATAATAATGGAGAGATTTACGTTGCCAAGAGACATTTACTTTGGAGAAGATGCTTTGGGTG
CTTTGAAAACGTTAAAGAGTAAAGAAAGCTGTAGTAGTTGTTGGAGGAGGATCCATGAAGAGATTCCGTTTCCTTGACAAGGT
AGAAGAATACTTAAAGAGCAAACTAGAAAGTTAACTAATAGAAGGTGTTGAACCATCCGCTCTGTGGAAACCGTTATG
AAAGGTGCCAAATAATGACAGAAATTTGGGCCAGATTGGATAGTTGCTATTGGAGGAGGTTACCAATAGATGCTGCAAAAG
GCTATGTGGCTATTTATGAATATCCAGATTTTACTTTAAACAAGCAATTTGCTGGTGGATTACAGAAATTAAGACAAAAA
GCTAAATTTGTAGCTATAGCTTCTACTAGTGGAAACGAGTACTGAAGTTACTTATTTTCAAGTAATACTGATTATAAGGCTAAA
ATAAGTATCTCTTAGCTGACTTCAATTTGACACCGGATATAGCTATAGTTGATCCAGCATTAGCCGACAAATGCCACCTAAA
TTAATGCACATACTGGTATGGATGCATTAACTCATGCACTAGAAGCTTATGTAGCATCAGCTAGATCAGATATTTAGATCCA
CTTGCAATACATTTCCATAATTATGACAAGGGATAAATCTTAACTCCTATAAGGGGTGATAAAGATGCTAGAAATAAGATGCA
TATATCACAATGTTTAGCAGGTATGGCATTCTTAATGCATCTCTGGTATAACTCATAGTTTAGCACATAAAACAGGAGCTGT
ATGGCACATACCAATGAGTGGCTAATGCAATATATCTTCCATATGTTTATGATTTTAAATAAAAAAGCTTGTGATGATAGATA
TGCTAATATAGCTAAAATATAGGACTTAAAGGAACCTGAAAGATGAATTTGGTATAGTTCTCTAGTTAAATGGTACAGATA
TGGATAAGGAATTAATATACCTTTGACCTTAAAGGATTAAGTATAAGCAAGATGATTCAATTCAAATGTTGATTTTATAG
CAAGAAATGCGCTCTTAGATGCATGTACAGGAGCTAATCCAAGGCTATAGATTTTATGATCAATGAAAAAGATACTTCAATGT
ATATATGATGGAAAAAGGTAACCTTTTAA

도면31

서열번호 54: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MEIKLGIIIMERFTLPRDIYFGEDALGALKTLKGKAVVVVGGGSMKRFGLDKVEEYLKEANIEVKLIEGVEPDPSVETVMKGAKI
MTEFGPDWIVAIGGGSPIDAAKAMWLFYEYPDFTFKQAIVPFGLPELRQKAKFVAIASTSGTATEVTSFSVITDYKAKIKYPLADFNL
TPDIAIVDPALAQTMPPKLTHTGMDALHLEAYVASARSDISDPLAIHSIIMTRDNLKSYKGDKDARNKMHISQCLAGMAFSN
ALLGITHSLAHKTGAVWHIPHGCAAIYLPYVLDNFNKKACSDRYANIAKILGLKGTTEDELVDLSVKMVQDMDKELNIPLTLKDYGIS
KDDFNSNVDFAKNALLDACTGANPRPIDFQMKKILQCIYDGKKVTF*

서열번호 55: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

GTGAGGGATGTTATTATGGAAAACTTTATTTTAAAAATGCTACAGAAATATTTTGGTAAGGATACCGAAAACTCTGTAGG
AAGTAAAGTAAAGGAGTATTCAAAGTCAGATAAAATACTCTTTTCTGCTGAGGGGAGGAAGCATAAAAAGATCTGGTCTATAT
GATAGAGTTATAAAGCTCTTAAAAAGAAATGGAATTGAATTTATAGAACTCCAGGAATTAACCTAATCCAAGATTAGGACC
TGTTAAGAAGGTATAAGACTATGTAGAGAAAATAATATAAAATTTGTACTATCTGTAGGAGGAGGAAGTTCAGCAGATACG
GCTAAAGCTATTGCTGTAGGAGTACCTTATAAAGGAGACGTATGGGATTTTATACGGGCAAGCTGAAGTGAAAGAGGCTC
TTCTGTAGGAGTTGTATAACATTACCTGCTACAGGTACAGAACTTAGTAATAGTTCTGTTATTATGAATGAAGATGGTTGG
TTTAAAAAGGATTAAATACAGTACTTATAAGACCTGCTTTTCAATTATGAATCCTGAACCTACTTTTACACTACCAAGATATC
AACTGCTTGTGGTGCTTGTGACATTATGGCACATATAATGAAAAGATATTTACAAATGTGAACATGTAGATATACTAGT
AGGCTTTGCGAAGCTGCACCTTAGAAATGTTATAAATAATGCCCAATAGTTTAAAAAGATCCCAAACTATGATGCTAGGGC
AGAAATTATGTGGACCGGTACTATAGCTCATATGATGTGCTTAGTGCAGGTAGAATAGTGATGGGCTTCTCACAAAT
GAACATGAATTGAGTGGGAAACAGACATTGCCCATGGAGCAGGACTTGAATTGTATTTCTGCTGATGGATGAAATATGTAT
ATAAACACGATATCAATAGATTTGTACAATTGCAGTAAGGGTATGGGATGTAGATTATCTTATAGTTCTGCGAAGATATT
GTACTTGAAGGCATAAGGAGAATGACAGCATTTTCAAGAGCATGGGTTACCTGTAACTTTAAAGAAGGAAGTATAGGA
GAAGATAAAATTGAAGAAATGGCTAATAAGTGCACGGATAATGGAACATAAACTGTAGGACAATTTGTAAATTAATAAAG
ATGATATTGTAAAAATATTAAATTTAGCTAAATAA

도면32

서열번호 56: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

VRDVIMENFIFKNATEIIFGKDTENLVGSKVKEYSKDKILFCYGGGSIKRSGLYDRVIKSLKENGIEFIEPGIKPNRPLGPVKEGIRLCR
ENNIKFLVSGGGSSADTAKAIAVGVPYKGDVWDFYTGAEVKEALPVGVVITLPATGTESSNSSVIMNEDGWFKGLNTVLIRPA
FSIMNPFLTFLPEYQTAGCADIHIMERYFTNVKHVDITDRLCEALNRVINNAPIVLKDPKNYDARAEIMWTGTIAHNDVLS
AGRIGDWASHKIEHELSETDIAHGAGLAIVFPAWMKYVYKHDIRFVQFAVRVWDVLDLSYSSCEDIVLEGIRRMATAFFKSMGLP
VTLKEGSGIDKIEEMANKCTDNGTKTVGQFVKLNKDDIVKILNLAK*

서열번호 57: 클로스트리디움 오토에타노게눔의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAAGACAAGTTTGAAAAATTTAATTTGAAATCCAAGATTTATTTAATAGGGAATCTTCAACTTTTAGAGCAAGTCACT
GGTTCCTCAGCATTTATTGTCAGATGCTATTATGGGAAACTTGGATATCTTCAAAAAGTAATAGATTACCTAAGCAAAAGC
TGGAATAAGTCCGTTGTTTTACGGGGGTACACCCTGATCCAGACGCTCAATGTAATTGCAGATGCAATGAAATTGTACAAAA
AAAGCGACGCAGATGTTCTCGTAGCACTAGGTGGAGGATCCAGTATTGATACCGCTAAGGGAATAATGTATTTGCATGTAA
TTTAGGAAAAGCAATGGGCCAAGAAATGAAAAACCTCTATTTATTGCAATTCATCAACAAGTGGTACAGGCTCTGAAGTA
ACAACTTTACTGTTATTACTTCTCAGAAAAGAAAGGTATGCATTATAGATGATTTATTGCACCAGATGTTGCAATCTTGAC
TCAAGTTGTATTGATGGTCTGCCTCAGCGTATTGTAGCAGATACTGGTATAGATGTTCTAGTTCACTTATTGAAGCCTATGTT
TCCAAAAAGCACTGACTTTACAGACGCTCTTGCTGAAAAAGCAGTTAAATTAATTTTGAGAATCTTCCAAAAATTTATAAC
GATAGTAAGGATTCGAAGCTCGAGATCATGTTCAAAACGCTTCTGTATAGCAGGAATAGCATTACAAATGCTGGTCTTGG
AATTAATCACAGCTTGGCTCATGCTATGGGTGGATCTTCCACATTCTCACGGCCGATCCAATGCATTCTACTTAATGCAGT
AATGGAATACAACGCTAGCTTGGTTGGAAATGCAAGCGAACATGCTATGGAATAACGCAAACTAGCATCAATTCTACAC
CTTCCAGCTCGAACAACCTCGCGAAGCGCTGTAAAGTTTATTGAAGCTGTAGATAAATAATAAAATCCCTAGGTGTTGAAGA
TAATATTGATCTCTTGGGATTAAAGAAGATGAGTTTCAAAGTGCTCTAAATCATATGGCAGAAACAGCAATGCAAGATAGAT
GCACTCCAATAATCTAGAAAACCTTCTAAAGAAGAACTTATACATATTTATCAAAAATGTTATTAA

도면33

서열번호 58: 클로스트리디움 오토에라노게눔의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MEDKFFENFLKSKIYFNRESIQLLQVTSRAFIYADAIMGKLGVLQKVIDYLSKAGISSVVFTGVHPDPDVNVIADAMKLYKKSAD
VLVALGGSSIDTAGIMYFACNLGKAMGQEMKKPLFIAIPSTSGTGSEVTNFTVITSQKEKVCIDDFIAPDVAILDSSCIDGLPQRI
ADTGIDVLVHSIEAYVSKKATDFTDALAEKAVKLIFENLPKIYNDKSDSEARDHVQNASCIAGIAFTNAGLGINHSLAHAMGGSFHIP
HGRSNALLNNAVMEYNASLVGNASEHAMEKYAKLASILHLPARTTREGAVSFIEAVDKLIKSLGVEDNIRSLGIKEDEFQ\$ALNHMA
ETAMQDRCTPTNPRKPSKEELIHQKCY*

서열번호 59: 클로스트리디움 오토에라노게눔으로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAAAAATTTGGAGTAAGGCAAGGAAGACAAAAAAGATTGTCTTAGCTGAAGGAGAAGAAAGAAAGAACTCTTCAA
GCTTGTGAAAAAATAATTAAGAGGGTATTGCAATTTAATCCTTGTAGGGAATGAAAAGGTAATAAAGAAAAAGCGTCAA
AATTAGGTGTAAGTTAAATGGAGCAGAAATAGTAGATCCAGAGATTTAGATAAACTAAAGGCATATGCAGATGCTTTTTAT
GAATTGAGAAAGAAAGGGAATAACGCCAGAAAAAGCGGATAAAATAGTAAGAGATCCAATATACTTTGCTACAATGATG
GTTAAACTTGGAGATGCAGATGGATTGGTTTCAGGTGCGGTTCACTACTACAGGCGATCTTTTGGAGACCAGGACTTCAAATAGT
AAAGACAGCTCCAGGTACATCAGTAGTTTCCAGTACATTTATAATGGAAGTACCAAATTTGAGATGTTGGTACAATGGTGTAC
TTCTATTTGCTGATTGTGCTGTAATCCATGCCAGATAGTGATCAATTGGCTTCAATTGCAATAAGTACAGCAGAACTGCAA
AGAACTTATGTGGAATGGATCCAAAAGTAGCAATGCTTTTCTACTAAGGGAAGTGCAAAACACGAATTAGTAGACAA
AGTTAGAAATGCTGTAGAGATTGCAAAAAAGCTAAACCAGATTTAAGTTTAGACGGAGAATTACAATTAGATGCCTCTATC
GTAGAAAAGGTTGCAAGTTTAAAGGCTCCTGGAAGTGAAGTAGCAGGAAAGCAATGTACTTGTATTTCCAGATCTCCAAG
CAGGAAATATAGGCTATAAACTCGTTCAAAGATTGCAAAAGCAGATGCTATAGGACCTGTATGCCAAGGATTGCAAAACC
TATAAATGATTTGCAAGAGGATGTAATCTGATGATATAGTAATGTAGTAGCTGTAAACAGCAGTTCAAGCACAGCTCAAA
AGTAA

서열번호 60: 클로스트리디움 오토에라노게눔으로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열:

MEKIWSKAKEDKKKIVLAEGEERTLQACEKIKIEGIANLILVGNKVIKESKSLGVSLNGAEIVDPEISDKLKAYADAFYELRKKKGIT
PEKADKIVRDPYFATMMVKLGADGLVSGAVHTTGDLRPLQJVKTPGTSVVSSTFIMEVPNCEYDNGNVLLFADCAVNP
DSDQLASIAISTAEAKNLGMDPKVAMLSFSTKGSAKHELVDKVRNAVEIAKKAKPDL\$LDGELQLDASIVEKVASLKAPGSEVAG
KANVLVFPDLQAGNIGYKLVQRFKAKDAIGPVCQGFAPKINDLSRGCSDDIVNVVAVTAVQAQAK*

도면34

서열번호 61: 클로스트리디움 오토에라노게눔으로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAAAATATTAGTAGTAACTGTGGAAGTTCACTTTAAAAATATCAACTTATTGATATGCAAGATGAAAGTGTGTAGCAAA
GGGTCTTGTAGAAAAGATAGGAATGGACGGTTCAATTTTAAACACACAAAGTTAATGGAGAAAAGTTTGTACAGAGCAACCA
ATGGAAAGACCACAAAGTTGCTATACAATTAGTATTAATGCTCTTGTAGATAAAAAACATGGTGTAAATAAGACATGTCAGA
AATATCCGCTGTAGGACATAGAGTTTGCACGGTGGAAGAAATATGCAGCATCCATTCTTATTGACGAAAATGTAATGAAA
GCAATAGAGAATGTATCCCACTAGGACCACTACATAATCCAGCTAATATAATGGGAATAGATGCTTGTAAAAATTAATGCC
AAATACTCCAATGTAGCAGTATTTGATACAGCATTTTATCAGACAATGCCAGATTATGCTTATCTTATGCAATACCTTATGA
TATATCTGAAAAGTATGATATCAGAAAAATATGGTTTTCATGGAACCTTCTATAGATTCGTTTCAATTGAAGCAGCTAAATTATT
AAAGAAAGATCCAAAAGATCTTAAGTTAATAACTTGTCAATTTAGGAAATGGAGCTAGCATATGTGCAGTAAACCAAGGAAAA
GCAGTAGATACAACTATGGGACTTACTCTCTTGCAGGACTTGTAAATGGGAAGTATAGTGCAGTATAGATCCAGCTATAGT
ACCATTTGTAATGAAAAGAACAGGCATGTCTGTAGATGAAGTGGATACCTTAATGAATAAAAAAGTCAGGAATACTTGGAGTA
TCAGGAGTAAGCAGTGATTTAGAGATGTAGAAGAAGCTGCAAAATCAGGAAATGATAGAGCAAACTTGCAATTAATATGT
ATTATCAGAAAAGTTAAATCTTATAGGAGCTTATGTTGCAGTTTTAAATGGAGCAGATGCTATAATTTACGGCAGGACTTG
GAGAAAATTCAGCAACTAGCAGATCTGCTATATGTAATGGATTAAAGTATTTTGGAAATTAATAATAGATGAAGAAAAGAAATA
GAAAAGGGGAGAGGCACTAGAAATAAGCACACCTGATTCAAAGATAAAAGTATTAGTAATCTCAAAATGAAGAAGCTTATG
ATAGCTAGGGATACAAAAGAAATAGTTGAAAAATAATAA

서열번호 62: 클로스트리디움 오토에라노게눔으로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열:

MKILVVNCGSSSLKYQLIDMQDESVAAGLVERIGMDGSILTHKVNGEKFVTEQPMEDHKVAILVLNALVDKKHGVIKDMSEISA
VGHRVLHGKKYAAASILIDENVMKAIIECIPLGPHNPANIMGIDACKLMPNTPMVAVFDTAHQTMPPDYAYTYAIPYDISEKYDI
RKYGFHGTSHRFVSIEAAKLLKDPKDLKLITCHLNGASICAVNQGKAVDTTMGLTPLAGLVMGTRCGDIDPAIVPFVMKRTGMS
VDEVDTLMNKS\$GILGVSGVSSDFRDVEEAANS\$GNDRAKLALNMYYHKVKSFIGAYVAVLNGADAIIFTAGLGENSATSRSAICNG
LSYFIGIKIDEENKKGAELEISTPDSKIKVLVIPTNEELMIARDTKEIVENK*

도면35

서열번호 63: 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:

GTGGAAGAATTGAAAAATTGACAAAGCTAAAAATTTATAGGTGCAAGAGGGTTAGGCGTAAAAACCTTATTTGACGAAGTA
GATCCAAAGGTAGATCCATTATCACCTGATAACAAATTTATATAGCAGCGGGACCACTTACAGGTCACCTGTTCCAACAAG
CGGAAGATTCATGGTAGTTACTAAATCACCTTTAACAGGAACTATTGCTATTGCAAAATTCAGGTGGAAAATGGGGAGCAGAA
TTCAAAGCAGCTGGATACGATATGATAATCGTTGAAGGTAAATCTGATAAAGAAAGTTTATGTAATATAGTAGATGATAAAG
TAGAATTTAGGGATGCTTCTCATGTTTGGGGAAAACTAACAGAAAGAACTACAAAAATGCTTCAACAGGAAACAGATTCCGAG
AGCTAAGGTTTTATGCATAGGACCACTGGGGAAAAAGTTATCACTTATGGCAGCAGTTATGAATGATGTTGATAGAACAGCA
GGACGTGGTGGTGGAGCTGTTATGGGTTCAAAGAACTTAAAGCTATTGTAGTTAAAGGAAGCGGAAAAAGTAAATTA
TTTGATGAACAAAAAGTGAAGGAAGTAGCACTTGAGAAAAACAAATATTTAAGAAAAAGTCCAGTAGCTGGTGGAGGACTTC
CAACATACGGAACAGCTGACTTGTAAATATTAATAATGAAATGGGTGATACCTCAGTAAAGAATTTTCAAAAAATCTTATACA
GATCAAGCAGATAAGATCAGTGGAGAACTTTAACTAAAGATTGCTTAGTTAGAAAAAATCCTTGCTATAGGTGTCCAATTGC
CTGTGGAAGATGGGTAAGCTTATGATGGAAGTGAATGTGGAGGACCAAGATATGAAACATTATGGTCATTTGGATCTGAT
TGTGATGTATACGATATAATGCTGTAATACAGCAATATGTTGTGAATGAATATGGACTAGATACCATTAACAGCAGGATG
TACTATTGCAGCAGCTATGGAACTTTATCAAAGAGGTTATATTAAGGATGAAGAAATAGCAGCAGATGGATTGTCACTTAATT
GGGGAGATGCTAAGTCCATGGTTGAATGGGTAAAGAAAAAGGACTTACAGAAAGGATTTGGAGACAAGATGGCAGATGGT
TCATACAGACTTTGTGACTCATACGCTGTACCTGAGTATTCAATGACTGTAAAAAAGCAGGAACTTCCAGCATATGACCCAAG
AGGAATACAGGGACATGGCATTACTTATGCTGTTAAACATAGGGGAGGATGTCACATTAAAGGATATATGTAAGTCTGAA
ATACCTTGGCTATCCAGAAAACTGTAGTACCTTGAGCTTGAAGGAAAGCAGGATATGCTAGAGTATTCATGATTTAACAG
CTGTATAGATTCACTGGATTATGATTTTCAACATTTGGTCTTGGTGCACAGGATTATGTTGATATGTAATGCAGTAG
TTGGTGGGAATTACATGATGTAATCTTTAATGTTAGCTGGAGATAGAATATGGACTTGAAAAAAATTTAACTTAAAA
GCAGGCATAGATAGTTACAGGATACCTCTTCCAAAGAGATTGCTTGAAGAACTTCCAGAAAGGACCATCAAAAGGAGAA
GTTCATAAGTTAGATGTACTACTACCTGAATATTATTCAGTACGTGGATGGGATAAAAAATGGTATTCCTACAGAGGAAACGTT
AAAGAAATTAGGATTAGATGAATACGTAGGTAAGCTTTAG

서열번호 64: 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:

MEELKIDKAKKFIGARGLGVKTLFDEVPKVDPLSPDNKFIHAGPLTGAPVPTSGRFMVVTKSPLTGIAIANSGGKWGAEFKAAG
YDMIVEGKSDKEVYVNIIVDDKVEFRDASHVWGKLTETTKMLQKETDSRAKVLICGPAGEKLSLMAAVMNDVDRTAGRGVGA
VMGSKNLKAIIVKSGSKVKLFDEQKVKEVALEKTNILRKDPVAGGGLPYGTAVLVNIINENGHPVKNFKQSYTDQADKISGETLT
KDCLVKNPCYRCPIACGRWVKLDDGTECGGPEYETLWFSGSDCDVDINAVNTANMLCNEYGLDITAGCTIAAAMELYQRGYI
KDEEIIADGLSLNWGDAKSMVEVWKKMGLREGFGDKMADGSYRLCDSYGVPEYSMTVKKQELPAYDPRGIQGHGITYAVNNR
GGCHIKGYMVSPEILGYPEKLDRLAVEGKAGYARVFDLTAVIDSLGLCIFTTFLGLAQDYVDMYNAVVGELHDVNSLMLAGDRI
WTLEKIFNLKAGIDSSQDTLPKRLLLEEIQIPEGPSKGEVHKLDVLLPEYYSVRGWDKNIGPTEETLKKLGLDEYVGKL*

도면36

서열번호 65: 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGTATGGTTATGATGGTAAAGTATTAAGAATTAATTTAAAAAGAAAGAACTTGCAATCAGAAAAATTAGATTTA
GATAAAGCTAAAAAGTTGTAAGGTTGTAGGGGACTAGGTTGTTAAAACTTTATTTGATGAATAGATCCTAAAAATA
GATGCATTATCACAGAAAAATAAATTTATAATTGTAACAGGTCCTTTAACTGGAGCTCCGGTTCCAAGTATGGAA
GGTTTATGGTAGTTACTAAAGCACCGCTTACAGGAACATATAGGAATTTCAAAATTCGGGTGGAAAATGGGGAGTA
GACTTAAAAAAGCTGGTTGGGATATGATAATAGTAGAGGATAAGGCTGATTCACCACTTTACATTGAAATAGTA
GATGATAAGGTAGAAATTAAGACGCGCTCACAGCTTTGGGGAAAAAGTTACATCAGAACTACAAAAAGGTTAGA
AAAGATAACTGAGAAATAAATCAAAGGTATTATGTATAGGACCTGCTGGTGAACGATTGTCTCTTATGGCAGCAGT
TATGAATGATGTAGATAGAAGCTGCAGCAAGAGGCGCGCTTGGTGCAGTTATGGGATCTAAAAAATTTAAAGCTA
TTACAGTTAAAGGAAGCTGGAAAAATAGCTTTAGCTGATAAAGAAAAAGTAAAAAAGTGTCCTGAGAAAAAAT
ACAACATTAATAAATGATCCAGTACTGAGTGTGCAGGGAATGCCAAGTATGTTACAGCTATATCTGTTAATAATA
AATGAAAATGGAGTTTCATCCTGTAAAGAAATTTCAAGAGTCTTATACGAATCAAGCAGATAAATAAGTGGAGAG
ACTCTTACTGCTAACCACTAGTAAGGAAAAATCCTTGTACAGCTGTCCTATAGGTTGTGGAGATGGGTTAGA
CTAAAAGATGGCAGAGTGGGAGGACCAAGATATGAACACTGTGGTGTGTTGGATCTGACTGTGGTTTCATA
TGATTTAGATGCTATAAATGAAGCTATGTTATGTAATGAATATGTTGATTGATACCTATTCTGTTGGTGCACAA
ATTGCTGCAGCTATGGAACTTTATCAAAGAGGATATATAAAGACGAAGAAATAGCTGGAGATAACCTATCTCTC
AAGTGGGGTGATACGGAATCTATGATTGGCTGGATAAAGAGAAATGGTATATAGTGAAGGCTTTGGAGCAAGA
TGACAAATGGTTTCATATAGGCTTTGTGAAGGTTATGGAGCACCGGAGATTCTATGACAGTTAAAAAGCAGGAA
ATTCAGCATATGATCAAGGGGAATACAGGGACACGGTATTACCTATGCAGTTAATAATAGAGGAGGCTGTCA
TATTAAGGGATACATGATTAACCTGAAATATTAGGTTATCCTGAAAACTTGATAGATTTGCATTAGATGGTAA
GCAGCTTATGCCAAATTTTTCATGATTTAACTGCTGTAATTGATTCTTTAGGATTGTGCATATTCATACATTTGG
GCTTGAATACAGGATTATGTAGATATGTATAATGCAGTAGTAGGAGAATCTACTTATGATGCAGATTCACTATT
AGAGGCAGGAGATAGAATCTGGACTCTTGAGAAATTTAATCTTGAGCTGGAATAGACAGCAGCCAGGATA
CTCTACCAAGAGATGTTTGAAGAACTTCCAGATGGCCCATCAAAGGGGAGAAATTCATAGGCTAGATGTTCT
TTCTGCCAGAATATTACTCAGTACGAGGATGGAGTAAAGAGGGTATACCTACAGAAGAAACATTAAAGAAATTA
GGATTAGATGAATATATAGGTAAGTCTAG

서열번호 66: 클로스트리디움 오토에타노게눔으로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:

MYGYDGKVLRLINKERTCKSENLDLDAKAKKFIGCRGLGVKTLFDEIDPKIDALSPENKFIIVTGPLTGAPVPTSGRFMVV
KAPLTGTIGISNSGGKWGVLDLKAGWDMIIIVEDKADSPVYIEIVDDKVEIKDASQLWGVKTSETTKELEKITEKSKVLC
IGPAGERLSLMAAVMNDVDRTAARGGVGAVMGSKNLKAITVKTGKIALADKEKVKVSVVEKITLLKNDPVAGQGM
PYTGTAIVLNINENGHPVKNFQESYTNQADKISGETLTANQLVRKNPCYSPICGGRWVRLKDGTECGGPEYETLW
CFGSDCGSYDLDAINEANMLCNEYGIDTITCGATIAAAMELYQRGYIKDEEIIAGDNLKWDGTESMIGWIKRMVYSE
GFGAKMTNGSYRLCEGYGAPEYSMTVKKQELPAYDPRGIQGHGITYAVNNRGGCHIKGYMINPEILGYPEKLDRLFALD
GKAAYAKLFHDLTAVIDSLGLCIFTTFLGLIQDYVDMYNAVVGESTYDADSLLEAGDRIWTLKLFNLAAAGIDSSQDTLP
KRLLEPIPDGPSKGEVHRLDVLPEYYSVRGWSKEGIPTEETLKKLGLDEYIGKF*

도면37

서열번호 67: 클로스트리디움 톨달리아의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAGGTAAGTAAGTAAGCTTGAAGAATTAAATGAAAAAGTTAGATGAAGTAACGGCTGCTCAAAAGAAATTTCTA
GCTATACTCAAGAACAAAGTGGATGAAATTTTCAGGCAGGCAGCTATGGCAGCCAAATAGTGCTAGAATAGACTTAGCTAAAT
GGCAGTGGAAAGAACGCGAATGGGAATTGTAGAAGACAAGGTCATTAATAATCATTTTGTTCAGAGTATATATATAACAA
ATATAAGGGTGAAAAACCTGTGGAGTTCTCGGAACAAGATGAAGGCTTTGGTATGGTTAGAATTGCAGAACCTGTAGGAGT
TATTGCAGCAGTAGTCCCAACAATAATCCAACATCTACAGCAATATTTAAATCACTAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTAT
AGTTTTTTGCCACATCCAAGGGCAAAAAATCACTATTGCAGCAGCTAAGATAGTACTTGATGCTGCAGTTAAAGCTGGTG
CTCCTGAAGGAATTATAGGATGGATAGATGAACCTTCTATTGAACCTTTCACAGGTGTAATGAAGAAGCAGATCTAATTTCT
GCAACTGGTGGACCAAGGTATGGTTAAGGCTGCCTATTCTCAGGAAAGCCTGCTATAGGAGTTGGTCCAGGTAACACGCTG
CTGTAATTGATGAAGTGCTGACATTAAAAATGGCAGTAAATCAATACTATTATCAAAAACTTTTGATAATGGTATGATTGTG
CTTCAGAGCAGTCAGTAGTAGTTGCAAGCTCAATATACGATGAAGTCAAGAAAGAGTTTGAGATAGAGGAGCATATATATT
AAGTAAGGATGAACAGAGAAGTTGGAAAAACAATTATAATTAATGGAGCCTTAAATGCTGGCATTGTAGGGCAAGTGC
TTTTAAATAGCAGATGGCAGGAGTGAGTGACAGAGATGCTAAAGTACTTATAGGAGAAGTTAAATCAGTAGAACCG
GAAGAAGAGCCCTTTGCGCATGAAAGCTATCTCCAGTTTTAGCTATGTACAAAGCAAAAGATTTTGACGAAGCACTCCTAAA
GGCTGGAAGATTAGTTGAACGAGGTGGAATTGGGCATACATCTGTATTATATGTAATGCAATGACGGAAAAAGTAAAGGT
AGAAAAAGTTGAGAGAACTATGAAGACTGGTGAACATTGATAAATATGCCTTCAGCACAAGGTGCTATAGGAGATATAT
AACTTTAAGCTAGCTCCTTTTGACACTAGTTGTGGTTCCTGGGAGGAACTCTGTATCAGAAAAATGTTGGTCTTAACA
TTTATTAACATAAAGAGTGTTGCTGAGAGGAGAGAAAAATATGCTTTGGTTTAGAGTACCTGAAAAGGTTTATTTCAAATAG
GTAGTCTTGGAGTTGCACTAAAGAACTGAGAATTATGGAGAAGAAAAAGGCATTTATAGTAACGGATAAAGTTCTTTATCA
ATTAGGTTATGTAGATAAAATACAAAAAATCTGGATGAATTAGAGTTTCATATAAAATATTTACAGATGTAGAACAGATC
CAACCTTGCTACAGCTAAAAAGGTGCGAGCAAGAACTGTTAGCTTATGAACAGATACAATTATAGCAGTCGGTGGTGGTTC
AGCAATGGATGCAGCAAGATCATGTGGTAAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAGATTGAAGATTTAGCTATGAGATTATG
GATATAAGAAAAGAGAGTGTATGTTTTCCCTAAAAATGGGAGAAAAGGCAATGATGATTTAGTAGCAACATCCGAGGAACA
GGGTGGAAGTTACGCCATTTGCAGTAATTACGGATGAAAGAACAGGAGCTAAATATCCTCTGGCTGATTATGAATTGACTC
CAACATGGCTATAGTTGATGCAGAACTTATGATGGGAATGCCAAAGGAGTAAACAGCAGCTTCAAGTATAGATGCATTAAAC
CATGCGCTGGAGGCTATGATCATATAATGGCTTCAGAAATACCAATGGATTGGCTCTTGAAGCAACAAGATTAGTATTTA
AATATTTGCCAATAGCTTATACAGAAGGTACAATAATGTAAGGCAAGAGAAAAAATGGCTCATGCTTCATGTATTGCAGGT
ATGGCCTTTGCCAATGCATTTTTAGGGGTATGCCACTCCATGGCAGTAAATGGGAGCACAGCACCACATACCACATGGAAT
TGCCAATGCATTTATGATAGATGAAGTTATAAAGTTCAATGCTGTAGAGGCTCCAAGGAAACAAGCGGCATTTCCACAAATATA
AATATCCAAATGTTAAAAAGAAGATATGCTAGAATAGCTGATTACTTAAATTTAGGTGGAAGTACAGATGATGAAAAAGTACA
ATTTTTAATAATGCTATAGATGACTTGAAACCAAGTTAAATATCCAAAGACTATTAAAGAAAGCGGGAGTTTCAGAAAGATA
AATTCTATGCTACTTTAGATACAATGTCAGAACTGGCTTTGATGATCAATGTACAGGAGCTAATCCAAGATATCCATTAATAG
GAGAAATAAACAAATGTATATAAATGCATTTGATACACCAAGGCACTGTGGAGAAGAAAAACAAGAAAGAAAAATAA

도면38

서열번호 68: 클로스트리디움 톨달리아의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MKVTVKVTNVEELMKKLDEVTAQKFFSSYTQEQVDEIFRQAAMAANSARIDLAKMAVEESGMGIVEDKVIKNHFVAEYIYNKYKG
EKTGVLQDEGFQGMVRIAPVGVIAAVVPTTNPSTAFKSLIALKTRNGIVFSPHPRAKSTIAAAKIVLDAAVKAGAPEGIIGWID
EPSIELSQVVMKEADLILATGGPGMVKAAYSSGKPAIGVGPNTPAVIDESADIKMAVNSILLSKTFDNGMICASEQSVVVASSIYD
EVKKEFADRGAIVLSKDETEKVGTHIINGALNAGIVGQSFAKIAQMAGVSVPEDAKVLIGEVKSVPEEPFAHEKLSPLVAMYKAK
DFDEALLKAGRLVERGGIGHTSVLYVNAMTEKVKVEKFRTEMKTGRUNIMPQAQGAIGDIYNFKLAPSLTLGCGSWGGNSVSEN
VGPKHLLNIKSVARRENMLWFRVPEKVYFKYGLGVALKELRIMEKKAFIVTDKVLVQLGYVDKITKNLDELRSYKIFTDVEPDPT
LATAKKGAELLAYEPDTHIAGGGGSAMDAAKIMWVMEYHEVPEVRFEDLAMRFMDIRKRVYVFPKMGEKAMMISVATSAGTGSE
VTPFAVITDERTGAKYPLADYELTPNMAIVDAELMMGMKGLTAASGIDALTHALEAYYSIMASEYTNGLALEATRLVFKYLPYAT
EGTTNVKAREKMAHASCIAGMFAFANALFVCHSMAHKLGAQHHPHIGIANALMIDEVIKFNAVEAPRKQAAFPQYKYPNVKRRY
ARIADYLNLGSTDDKVVQFLINADDLTKLNIPIKTIKEAGVSEDKFYATLDTMSELAFFDQCTGANPRYLIGEIKQMYINAFDTPK
ATVEKKTRKKK*

도면39

서열번호 69: 클로스트리디움 톱달리의 이삭용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:
 ATGAAAGTTACAAACGTAGAAGAACTAATGAAAAGCTAGAAGAAATAAGGATGCTCAAAAGAAATTTGCTACATATACTC
 AAGAACAAAGTGGATGAAATTTTAGACAAGCAGCTATGGCAGCTAATAGTGCTAGAAATAGAACTAGCTAAAAATGGCAGTAG
 AAGAAAGCGGAATGGGAATTTGAGAAGACAAGGTCATTAATAATCACTTTGCCTCAGAATATATATATAACAAATATAAGGA
 TGAATAAACCTGTGGAGTTTTAGAGAGAGATGCAAGGATTTGGTATAGTTAGAATTGCGGAACCTGTAGGAGTTATCGCAGCA
 GTAGTTCCAACAACATAATCCAACATCTACAGCAATATTTAAATCACTAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTATAATTTTTTCAC
 CCCATCCAAGGGCAAAGAAATCACTATTGCAGCAGCTAAAATAGTACTTGACGCTGCAGTTAAAGCTGGTGCTCCTGAAGG
 AATTATAGGATGGATAGATGAACCTTCCATTGAACCTTTCACAGGTGGTAATGGGAGAAGCAAATTTAATCTTGCAACTGGTG
 GCGCGGTATGGTTAAGGCTGCTATCTTCAGGCAACCTGCTGTGGGAGTTGGTCCAGGTAACACACCTGCTGTAATTGAT
 GAAAGTGCCGACATTAAAAATGCGAGTAAATCAATATTACTATCAAGAGCTTTTGATAATGGTATGATTGTGCTCAGAGCA
 GTCAGTAATAGTTTTAGACTCAATATATGAGGAAAGTTAAAAAAGAATTTGCTTATAGGGGTGCTTATATATAAGTAAGGATG
 AAACAGATAAGGTTGGAAAAATAATTTAAAAATGGAGCCTTAAATGCAGGTATTGTAGGACAACCTGCTTTAAAAATAGC
 ACAGCTGGCAGGAGTGGATGACCAGAAAAAGCTAAAGTACTTATAGGAGAGGTTAGAAATCGGTAGAACTTGAAGAACCATT
 TTCTCATGAAAAGTTATCTCCAGTTTAGCTATGTACAGGGCAAGAAATTTGAGGATGCCATTGCAAAAACTGATAAACTGG
 TTAGGTCAGGTGGATTTGGACATACATCTTATTATATGTAATCCAATGACAGAGAAAGCAAAGTAGAAAAATTTAGTACT
 ATGATGAAAAATCAAGAACTATAATTAACACACCTTCATCCCAAGGTGGTATAGGTGATATATAAATTTAACTAGCTCCT
 TCTTTGACATTAGGCTGCGGTTCTGGGGAGGAAATTCGTATCCGAAATGTTGGGCTAAACATTTATTAACATAAAAAAG
 TGTGCTGAGAGGAGAGAAAAATATGCTTTGGTTAGAGTACCTGAAAGGTTTATTTCAAAATAGGTAGTCTTGGAGTTGCAT
 TAAAAGAATTAAGTTATGAATAAGAAAGTAATTTATAGTAACAGATAAAGTTCTTTATCAATTAGGTTATGTGGACAAA
 GTTACAAAAATGCTTGGAGAACTAAAAATTTCTATAAGGTTATACAGATGTAGAACAGAGTCCAAACCTTGCTACAGCTAA
 AAAAGGTGCAGCAGAACTGCTTTCTATGAACCGGATACAATTATATCAGTTGGTGGTGCAGCAATGGATGCAGCTAAG
 ATCATGTGGGTAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAATTTGAAGTTTATGCTATGAGATTTATGGATATAAGAAAGAGAGTAT
 ATGTTTTCCCTAAGATGGGAGAAAGGCAATGATGATTTCAAGTAGCAACATCCGAGGAACAGGTCGGAAGTTACTCCATT
 TGCAGTAATCACTGATGAAAAACAGGAGCTAAATATCCATTAGCTGATTATGAACCTCCAGACATGGCTATAGTTGATG
 CAGAATTTATGATGGGAATGCCAAGAGGACTTACAGCAGCTTCGGGTATAGATGCATTAAACCATGCACTGGAGGCATATGT
 GTCAATAATGGCTACAGAATTTACCAATGGATTAGCCCTTGAAGCAGTAAAGTTGATATTTGAATTTTACCAAAAGCTTATA
 CAGAAGGTACAATAATGTAAAGGCAAGAGAAAAAGATGGTTATGCTTCATGTATTGCAAGGTATGGCCTTTGCAATGCATT
 TTTAGGGGTATGCCACTGTATGGCAGATATAATTTGGGAGCAGCATCACATACCAGATGGAATTGCAATGCATTATGATAG
 ATGAAGTTATAAAATTTCAATGCTGTAGATGATCCAAATAAACAAGCTGATTTCCTCAATACAGATATCCAAATGCTAGGTAT
 AGATATGCTCAGATAGCTGATTGTCTGAACTTGGGAGGAAATACAGAAGAGGAAAAAGGTACAACATTAATAAATGCTATAG
 ATGATTTAAAGCTAAGTTAAATTTCTCAGAACTATAAAAGAAGCAGGAGTTTCAGAAGATAAATTTCTATGCTACTTTAGAT
 AAAATGTCAGAATTAGCTTTTATGATCAGTGTACAGGAGCTAATCAAGATATCCACTGATAAGTGAATAAAACAAATGTA
 TATAAATGTTTTGATAAAACCGAACCAATTGTAGAAGATGAAGAAAGTAA

도면40

서열번호 70: 클로스트리디움 톱달리의 이삭용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:
 MKVTNVEELMKRLEEIKDAQKFATYVTEQVDEIFRQAAMAANSARIELAKMAVEESGMGIVEDKVIKNHFASEYIYN
 KYKDEKTCGVLERDAGFVIRIAEPVGVIAAVVPTTNPTSTAIFKSLIALKTRNGIIFSPHPRAKKSTIAAAKIVLDAAVKAG
 APEGIIGWIDPELSIQVVMGEANLILATGGPGMVKAAYSSGKPAVGVGPGNTPAVIDESADIKMAVNSILLSKTFDN
 GMICASEQSVIVLDSIYEEVKGFAFAYRGAYILSKDETDKVGKILKNGALNAGIVGQPAFKIAQLAGVDVPEKAKVLI
 ESVELEEFPSHEKLSPLVAMYRARNFEDAIKTDKLVRSGGFGHTSSLYVNPMTAKKVEKFTMMKTSRTIINTPSSQ
 GGIQDIYNFKLAPSLTLGCGSWGNSVSENVGPKHLLNIKSVAERRENMLWFRVPEKVYFKYGLGVALKELKVMNKK
 KVFIVTDKVLQYLVYDVKTIVLEELKISYKVFTEVDPTLATAKKGAELLSEYEDTIIISVGGGSAMDAAKIMWVVMY
 KHPEVKFEDLAMRFMDIRKRVYVFPKMGKAMMISVATSAGTGEVTPFAVITDEKTGAKYPLADYELTPDMAIVDA
 ELMMGMMPRGLTAASGIDALHLEAYVSIMATEFTNGLALEAVKLIFEYLPKAYTEGTTNVKAREKMHVHASCIAGM
 ANAFLGVCHSMAHKLGAQHHPHIGIANALMIDEVIFNAVDDPIKQAAFPQYEPNARYRYAQIADCLNLGGNTEEE
 KVQLLINAIDDLKAKLINPETIKEAGVSEDKFYATLDKMSLEAFDDQCTGANPRYLISEIKQMYINVFDKTEPIVEDEEK*

서열번호 71: 클로스트리디움 톱달리의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:
 TTGGAATAATTTGATAAAGACTTACGTTCTATACAAGAAGCAAGAGATCTTGACGCTTTAGGAAAAATTCGACGA
 GACCAAAATGCTGATTACTGAAGAACAATTTGATAAAATCCTATGTAATATGGTTAGGCTAGCAGAAAGAAAT
 GCAGTTTGCCTTGGTAAATGGCTGCAGAAGAACTGTTTTGAAAAGCTGAAGATAAGGCTTATAAGAACCA
 TATGGCTGCTACTACAGTATATAATTACATCAAGGATATGAAGACTATTGGTGTATAAAAGAAGATAAAAGTGA
 AGGTGTAATTGAATTCAGAACCAAGTTGGTTTATTAATGGGTATTGTACCATCTACAAATCCAACATCTACTGTT
 ATTTATAAATCAATCATTGCAATTAATCAAGAAATGCAATTGTATTCTACCCACACCCAGCTGCATTAAAAATGTT
 AACAAAAGCAATAGAACTTATGCGTGATGCAGCAGTAGCAGCAGGAGCTCCTGCAATGTAATTTGGTGGTATTG
 TTACACCATCTATACAAGCTACAAATGAACCTTATGAAAGCTAAAGAAGTTGCTATGATAATTGCAACTGGAGGCC
 CTGGAATGGTAAAGGCTGCATATAGTTACAGAACCTGCAATAGGCGTTGGTGCTGGTAACTCTCCATCTCTATA
 TTGAAAGAACTGCTGATGTTCAATCAATCAGTTAAAGATATAATAGCTAGTAAGAGTTTTGACTATGGTACTATTTG
 TGCATCCGAGCAGCTGTAATTCAGAGAAGATGCAACCATGATGAAATAGTAGCTGAATTTAAGAAACAAGGGC
 GATATTTTCAGACAGCTGAAGAAAGCTGCAAAAGTTTGACAGCTACTTTTTAAACCTGGTACACACAGCATGAGCG
 CTAAGTTTGTAGGAAGAGCTCCTCAGGTTATAGCAGAAGCTGCAGGTTTACAGTTCCAGAAGGAACAAAAGTA
 TTAATAGGAGAACAAAGGCGAGTTGGTAATGGTTACCCTCTATCTTATGAGAACTTACAACAGTACTTGCTTTCT
 ATACAGTTAAAGATTGGCATGAAGCATGTGAGCTTAGTATAAGATTACTTCAAAATGGTCTTGGACATACATGA
 ACATTCATACAAATGATAGAGCTAGTAATGAAGTTTGTCTAAAAAACAGCATCCCGTATCTTAGTTAATACTGG
 TGGAAAGCCAGGGAGGTAAGTGGTCAAGCAGGATTAGCACCTGCATTTACATTAGGTTGTGGTACATGGGGAG
 GAAGCTCTGTTTCTGAAAATGTTACTCCATTACATTTAATCAATATAAAGAGAGTAGCATATGGTCTTAAAGATTG
 TACTACATTAGCTGCAGACGATACAATTTCAATCATCTGAACCTTGCGGAAGCAAAATGACTTAGGATTCTGT
 GCTACAAGCCCTGCAGAATTTGCAGCAAGAGCAATTTGTAGTACACTGCTGCAGATACTACTGATAATGATAAA
 CTTGCTAGACTCGTAAGTGAATTAGTAGCTGAATGAAGGGAGCTAACTAA

도면41

서열번호 72: 클로스트리디움 통달리아의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MENFDKDLRSIQEARDLRLGKIAADQIADYTEEQIDKILCNMVRVAEENAVCLGKMAAEETGFGKAEDKAYKNHMA
ATTVYNYIKDMKTIGVIKEDKSEGVIEFAEPVGLLMGIVPSTNPTSTVIYKSIIAIKSRNAIVFSPHPAALKCSTKAIELMRD
AAVAAGAPANVIGGIVTPSIQATNELMKAKEVAMIIATGGPGMVKAAYSSGTPAIGVVGAGNSPSYIERTADVHQSVK
DIIASKSFDYGTICASEQSVIAEECNHDEIVAEFKKQGGYFMTAETAKVCSVLFPKPGTHSMSAKFVGRAPQVIAEAAAGF
TVPEGTKVLIGEQQGVGNYPYSEKLTTLVAFYTVKDWHEACELSIRLLQNLGHTMNIHTNDRDLVMKFAKKPASR
ILVNTGGSQGGTGASTGLAPFTLGCCTWGGSSVSENVTPHLINIKRVAYGLKDCITLAADDTTFNHPELGGSKNDL
GFCATSPAEEFAAKSNCSDSTAADTTDNDKLARLVSELVAAAMKGAN

서열번호 73: 클로스트리디움 통달리아의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열:

ATGAATATTATTGATAATGATTTGCTCCATCCAAGAATCCCGAATCCTTGCGAAAAATGCTGCACGAGCACAAA
AAATGTTAGCAACCTTTCCACAAGAAAAGCTAGATGAGATTGTTGAACGTATGGCGGAAGAAATCGGAAAACAT
ACCCGAGAGCTTGCTGTAATGTCACAGGATGAACTGGTTATGGAAAATGGCAGGATAAATGCATCAAAAACCG
ATTTGCTGTGAGTATTTGCCAGCTAAGCTTAGAGGAATGCGATGTGTAGGTATTATTAATGAAAATGGTCAGGA
TAAGACCATGGATGTAAGTGTACCTATGGGTGTAATTATGCAATTATGTCCTGCAACTAGTCCGGTTTCTACTACC
ATATATAAGGCATTGATTGCAATTAAGTCTGGTAATGCAATTATCTTTTCCACATCCTAGAGCAAAGGAGACAA
TTTGTAAGGCGCTTGACATCATGATTCTGTCAGCTGAAGGATATGGGCTTCCAGAAGGAGCTCTTGCACTTAC
ATACTGTGACGCCCTAGTGGAACAATCGAATTGATGAACCATATTGCGACTTCTTGATTATGAATACAGGTGTTCC
CGGATGCTTAAAGCAGCATATAATTCTGGGAAACCTGTTATATATGGAGGAACGTGTAATGGACCAGCATTAT
TGAACGTACAGCTGACATCAACAGGCGGTAAGATATTATTGCTAGTAAGACCTTTGATAACGGAATAGTACC
ATCAGCTGAACAATCTATTGTTGATAGCTGTGTGATCTGATGTTAAACGTGAGTTGCAAAAATAATGGTGC
ATATTTTCATGACAGAGGAGGAAGCACAAAACCTAGGTTCTCTTTTTCCGTTCTGATGGCAGTATGGATTGAGA
AATGGTTGGCAAATCCGCACAAAGATTGGCTAAAAAGCAGGTTTCAGCATTCTGAAAGTAGCACAGTGCTAAT
TTCAGAGCAGAAATATGTTTCTCAAGATAATCCTTATTCCAAGGAGAAACCTTGTCGGTACTAGCTTACTACATT
GAAGATGATTGGATGCATGCATGTGAAAAGTGATTGAAGTCTGTTAAGTGAGAGACATGTCACACTCTTGTT
ATACATTCAAAAGACGAAGATGTAATTCGCCAGTTTGCAATAAAAAACCTGTAGGTAGGATACTTGTTAATACG
CCTGCTTCTTTGGTAGTATGGGTGCTACAAGTAATTTATTTCTGCTTAACTTTAGGTAGTGATCGGCAGGTA
AAGGTATTACCTCCGATAATGTTTCAACATGAATCTTATTTACGTCCGCAAAAGTCGGATATGGCGTACGGAATGT
AGAAGAGATTGTCAATACTAATGGATTGTTTACAGAAGAAAAAGTGATTTGAATGGAATGACAAAAAGTCAG
ACTATAATCCAGAGGATATACAAATGTTACAGCATATTTTAAAAAAGCTATGGAAAAAATTAATAG

서열번호 74: 클로스트리디움 통달리아의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:

MNIIDNDLLSIQESRILVENAARAQKMLATFPQEKLDIVERMAEEIGKHRELAVMSQDETGYGKWQDKCIKNRFAC
EYLPAKLRGMRCVGIINENGQDKTMDVGVPMGVIIALCPATSPVSTTIYKALIAKSGNAIIFSPHPRAKETICKALDIMIR
AAEGYGLPEGALAYLHTVTPSGTIELMNHIAATSLIMNTGVPGMLKAAYNSGKPVYGGTGNGPAFIERTADIKQAVKDI
IASKTDFDNGIVPSAEQSIIVDSCVASDVKRELQNNNGAYFMTEEEAQKLGSLFFRSDGSMDSMVGKSAQRLAKKAGFS
IPESSTVLISEQKYVSQDNPYSKEKLCVLAAYIEDDWMHACEKCIELLLSERHGH TLVIHSDKEDVIRQFALKKPVGRILV
NTPASFSGSMGATSNLFPALTLLGSGSAGKITSNDVSPMNLIVRVKGVYVRNVEEIVNTNGLFTEEKSDLNGMTKKSD
YNPEDIQMLQHILKKAMEKIK*

도면42

서열번호 75: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGCAAGATTTACTTTACCAAGAGACATTTATTTTGGAGAAAATTCATTAGAAACCTTGAAAGACCTAGATGGA
AAAAAAGCTGTTATTGTCGTAGGTGGTGGATCCATGAAACGATTTGGATTCTTGATAAGGTAGTAAACTACTTA
AAAGAAGCAGGTATTGAATCAAAATTAATAGAAGGAGTTGAACCAGATCCATCTGTAGAACTGTTATGAATGG
CGCTAAACTAATGAGAGAATATGAACCAGATTTAATAGTATCAATAGGTGGAGGTTACCAATTGACGCAGCAAA
AGCTATGTGGATATCTATGAATACCCGTAGTTTACTTTAAAGAGGCTGTGGTTCCTTTTGGTCTTCTCTAAATTA
GACAAAAAGCAACATTTATAGCTATACCTTCTACAAGTGGTACTGCAACAGAAGTAACGGCATTTTCTGTAATAAC
AGACTATAAAGCTAAATTAATATCCTTTAGCTGACTTCAATTTAACACCAGATATAGCTATAATTGATCCAGCAT
TAGCTCAACAATGCCACCTAAATTAAGTGCACATACTGGAATGGATGCACTTACCCATGCTATTGAAGCATATGT
TGCAGGACTTCATTCAGTTTTCTCAGATCCTTGTCTATTCAAGCTATAGTTATGGTAAATCAGTATTTAATTAAAT
CTTACAATGAAGATAAAGAAGCTAGAAACCAATGCATTTAGCTCAATGTTAGCTGGAATGGCATTTTCAAATG
CACTTCTTGGAAATACTCACAGTTTAGCACATAAAACAGGTGCAGTATTCATATCCCTCATGGATGTGCCAATGC
AATATATCTTCTTATGTTATAGATTTCAATAAAAAAGCTTGTGCACCAAGATATGCTGAAATAGCTAGGAGTCTT
AAACTTCCAGGAAATCTGATGATGAATTAGTAGATTCATTAACCAACATGATTAAAGATATGAATAAGAGTATG
GATATTCCTTTAACAATTAAGATTACGGAGTAGATGAAAAAGAAATTTAAAGATAGTGAAGATTTTATAGCTCAC
AATGCCGTATTAGATGCCTGCATGGATCAAATCCTAGAAGTATAAATGATACTGAAATGAAAAAGTTATTAGAA
TACATCTATTATGGTAAAAAGGTTGATTTTTAA

서열번호 76: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MARFTLPRDIYFGENSLETLKDLGKKAVIVVGGGSMKRFGFLDKVVNYLKEAGIESKLIIEGVEPDPSVETVMNGAKL
MREYEPDLIVSIGGGSPIDAAMWIFEYEPFTFKEAVVPFGLPKLRQKATFIAIPSTSGTATEVTAFSVITDYKAKIKYP
LADFNLPDIAIIDPALAQTMPPKLTHTGMDALTHAIEAYVAGLHVSFSDPLA/QAIVMVNQYLIKSYNEDKEARNQ
MHLAQCLAGMAFNSALLGITHSLAHKTGAVFHIPHGCAAIYLPYVIDFNKKACAPRYAEIARSLKLPNGNTDDELVDLSL
TNMIKDMNKSMDIPLTLKDYGVDEKEFKDSEDFIAHNAVLDACTGSNPRSINDTEMKKLLEYIYGGKKVDF*

서열번호 77: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGGAAGATTTACTTTGCCTAGGGATATTTACTTTGGTGAATGCCTTAGAAAATTTAAAAATTTAGATGGA
AATAAAGCAGTAGTTGTTGATAGGTGGGGGATCTATGAAGAGATTTGGATTCTTAGCCAAAGTTGAAAAATACTTA
AAAGAACTGGTATGGAAGTTAAATTAATAGAAGGTGTTGAGCCTGATCCGCTGTTGATACTGTTATGAATGGC
GCTAAATAATGAGAGACTTTAACCCAGATTGGATAGTATCAATAGGTGGAGGATCTCCCATAGATGCTGCTAAA
GCAATGTGGATATTTATGAATACCCGACTTTACATTTGAAAAAGCGGTAGTCCCTTTTGGAAATTCCTAAATTA
GGCAGAAAGGCACAAATTTGTTGCTATACCTTCTACAAGTGGAAACAGCAACTGAAGTAACATCATTTTCTGTAATAAC
AGACTATAAAGCTAAATAAAATATCCTCTGAGATTTTAACCTTACCCCTGATATAGCTATAATAGATCCGCTCTC
TTGCAGAAACAATGCCAAAAAGCTTACAGCACACACTGGAATGGATGCACTTACTCACGCAATAGAAGCATATG
TAGCAAGTTTACATTCAGATTTCTCAGATCCACTTGCTATGCAATGCTATAACCATGATTCATAAATATTTATTGAAA
TCCTATGAAGAAGATAAAGAAGCTAGAGGACATATGCATATAGCCCAATGTCTAGCTGGGATGGCATTTTCAAAT
GCTCTCTTGGAAATAACTCATAGTATAGCACATAAACTGGTGCAGTATTCACATACCTCATGGGTGTGCTAATG
CCATATACTTACCTTATGTTATAGATTTTAAACAAGAAAGCTTGTTGAGAAAGATATGCTAAATAGCCAAAAAGCT
GCATCTATCAGGAAATAGTGAAGATGAGCTAATAGATTCAATTAAGTGAATGATTCGTAATGATGAACAAAAAGAT
GGATATTCCTCTACCATATAAAGATTATGGTATAAGCGAAAAAGATTTAATGAAAACCTAGATTTTATAGCTCAC
AATGCCATGATGGATGCCTGCACTGGATCCAATCCTAGAGCAATAACTGAGGAAGAAATGAAAAAGCTCTTGCA
GTATATGTATAATGGGCAAAAGGTTAATTTCTAG

도면43

서열번호 78: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MGRFTLPRDIYFGENALENLKNLDGNKAVVVVGGGSMKRFGLAKVEKYLKETGMEVKLIEGVEPDPSVDTVMNGA
KIMRDFNPDWIVSIGGGSPIDAAMWIFYEYPDFTFEKAVVPFGIPKLRQKAQFVAIPSTSGTATEVTSFSVITDYKAKI
KYPLADFNLTPDIAIIDPSLAETMPKKLTAHTGMDALTHAIEAYVASLHSDFSPLAMHAITMIHKYLLKSYEEDKEARG
HMHIAQCLAGMAFSNALLGITHSHAKTGAVFHIPHGCAAIYLPYVIDFNKKACSERYAKIAKKLHLSGNSDELIDSLT
EMIRTMNKKMDIPLTIKDYGISENDFNENLDFIAHNAMMDACTGSNPRAITEEMKKLLQYMYNGQKVN*

서열번호 79: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAGAGATTTACGTTGCCAAGAGACATTTACTTTGGAGAAGATGCTTTGGGTGCTTTGAAAACGTTAAAAGGT
AAGAAAGCTGTAGTAGTTGTTGGAGGAGGATCCATGAAGAGATTCGGTTTCCTTGACAAGGTAGAAGAATACTT
AAAAGAAGCAACATAGAAAGTTAACTAATAGAAGGTGTTGAACAGATCCGTCCTGTGGAAACCGTTATGAAAG
GTGCCAAAATAATGACAGAATTTGGGCCAGATTGGATAGTTGCTATTGGAGGAGGTTACCAATAGATGCTGCA
AAGGCTATGTGGCTATTTTATGAATATCCAGATTTTACTTTTAAACAAGCAATTGTTCCGTTTGGATTACCAGAATT
AAGACAAAAGCTAAATTTGTAGCTATAGCTTCTACTAGTGGAACAGCTACTGAAGTTACTTCATTTTCAGTAATA
ACTGATTATAAAGCTAAAATAAAGTATCCTTTAGCTGACTTCAATTTGACACCGGATATAGCTATAGTTGATCCAG
CATTAGCCACAGCAATGCCACCTAAATTAAGTGCACATACTGGTATGGATGCATTAATCATGCACTAGAAGCTTA
TGTAGCATCAGCTAGATCAGATATTTAGATCCACTTGCAATACATTCCATAATTATGACAAGGGATAACTTACTT
AAATCCTATAAGGGTGATAAAGATGCTAGAAATAAGATGCATATATCACAATGTTTAGCAGGTATGGCATTCTTCT
AATGCATCTTCTGGTATAACTCATAGTTTAGCACATAAAACAGGAGCTGTATGGCACATACCACATGGATGCGCT
AATGCAATATATCTCCATATGTTTTAGATTTTAATAAAAAAGCTTGCTCAGATAGATATGCTAATATAGCTAAAAT
ATTAGGACTTAAAGGAACCTACTGAAGATGAATTGGTAGATTCTCTAGTTAAAATGGTACAAGATATGGATAAGG
AATTGAATATACCTTTGACCTTAAAGATTATGGTATAAGCAAAGATGATTTCAATTCAAATGTTGATTTTATAGC
AAAGAATGCGCTCTTAGATGCATGTACAGGAGCTAATCCAAGGCCTATAGATTTTGATCAAATGAAAAGATACT
TCAATGTATATATGATGGAAAAAGGTAACCTTTTAA

서열번호 80: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MERFTLPRDIYFGEDALGALKTLKGGKAVVVVGGGSMKRFGLDKVEEYLKEANIEVKLIEGVEPDPSVETVMKGAKIM
TEFGPDWIVAIGGGSPIDAAMWIFYEYPDFTFKQAVPFGLPPELRQKAKFVAIASTSGTATEVTSFSVITDYKAKIKYP
LADFNLTPIAIVDPALAQTMPPKLTHTGMDALTHALEAYVASRSDISDPLAIHSIIMTRDNLLKSYKGDKDARNKM
HISQCLAGMAFSNALLGITHSLAKHTGAVWHIPHGCAAIYLPYVLDNKKACSDRYANIAKILGLKGTTEDELVDLSLVK
MVQDMDKELNIPLTLKDYGISKDDFNSNVDFIAKNALLDACTGANPRPIDFDQMKKILQCIYDGKKVTF*

도면44

서열번호 81: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAACCTTTATTTTTAAAAATGCTACAGAAATATTTTGGTAAGGATACCGAAATCTTGAGGAAGTAA
GTAAAGGAGTATTCAAAGTCAGATAAAATACTCTTTTGCTATGGGGGAGGAAGCATAAAAAGATCTGGCTATAT
GATAGAGTTATAAAGTCCTTAAAAGAAAATGGAATTGAATTTATAGAACTCCAGGAATTAACCTAATCCAAGA
TTAGGACCTGTTAAAGAAGGTATAAGACTATGTAGAGAAAATAATATAAAATTTGACTATCTGTAGGAGGAGG
AAGTTCAGCAGATACGGCTAAAGCTATTGCTGTAGGAGTACCTTATAAAGGAGACGTATGGGATTTTATACGGG
CAAAGCTGAAGTGAAGAGGCTCTTCTGTAGGAGTTGTAATAACATTACCTGTACAGGTACAGAATCTAGTAA
TAGTTCTGTTATTATGAATGAAGATGGTGGTTTAAAAAAGGATTAATACAGTACTTATAAGACCTGCTTTTTCA
ATTATGAATCTGAACTTACTTTTACACTACCAGAGTATCAAAGTCTTGTGGTGTCTGTGACATTATGGCACATAT
AATGGAAGATATTTTACAATGTGAAACATGTAGATATAACTGATAGGCTTTGCGAAGCTGCACCTAGAAATGT
TATAAATAATGCCCAATAGTTTAAAAGATCCCAAAACTATGATGCTAGGGCAGAAATTATGTGGACCGGTAC
TATAGCTCATAATGATGTGCTTAGTGCGGGTAGAATAGGTGATTGGGCTTCTCAGAAATTAACATGAATTGAG
TGGGGAACAGACATTGCCCATGGAGCAGGACTTCAATTGTATTTCTGTCATGGATGAATATGTATATAAACA
CGATATCAATAGATTTGTACAATTTGCAGTAAGGGTATGGGATGTAGATTTATCTTATAGTTCTGCGAAGATATT
GTACTTGAAGGCATAAGGAGAATGACAGCATTTTTCAAGAGCATGGGGTTACCTGTAACCTTAAAAGAAGGAAG
TATAGGAGAAGATAAAATTTGAAGAAATGGCTAATAAGTGCACGGATAATGGAACATAAAGTATAGGACAATTTG
TAAATTAATAAAGATGATATTGTAATAATTAATTTAGCTAAATAA

서열번호 82: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MENFIFKNATEIIFGKDTENLVGSKVKEYSKDKILFCYGGGSIKRSGLYDRVIKSLKENGIEFIEIPGIKPNPRLGPVKEGIR
LCRENNIKFVLVSGGSSADTAKAIAVGVPYKGDVWDFYTGKAEVKEALPVGVTLPATGTSSNSSVIMNEDGWFK
KGLNTVLIRPAFSIMNPFLTPEYQTACGACDIMAHIMERYFTNVKHVDITDRLCEALRNVINNAPIVLKDPKNYDA
RAEIMWTGTIAHNDVLSAGRIGDWASHKIEHELSETDIAHGAGLAIVPAWMKYVYKHDINRFVQFAVRVWVDVL
SYSSCEDIVLEGIRRMATAFFKSMGLPVTLEKESIGEDKIEEMANKCTDNGTKTVGQFVKLNKDDIVKILNLAK*

서열번호 83: 클로스트리디움 통달리아의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAAGACAAGTTTGAAAATTTAATTTGAAATCCAAGATTTATTTAATAGGGAATCTATTCAACTTTTAGAGC
AAGTCACTGGTTCTCGAGCATTTATTGTTGCAGATGCTATTATGGGAAAACCTGGATATCTTCAAAAAGTAATAGA
TTACCTAAGCAAAGCTGGAATAAGTCCGTTGTTTTACGGGGGTACACCTGATCCAGACGTCAATGTAATTGCA
GATGCAATGAAATTGTACAAAAAAGCGACGCAGATGTTCTCGTAGCACTAGGTGGAGGATCCAGTATTGATAC
CGCTAAGGGAATAATGTATTTTGATGTAAATTTAGGAAAAGCAATGGGCCAAGAAATGAAAAACCTCTATTTAT
TGCAATTTCCATCAACAAGTGGTACAGGCTCTGAAGTAACAACTTTACTGTTATTACTTCTCAGAAAGAAAAGGTA
TGCAATTATAGATGATTTATTGCACAGATGTTGCAATACTTGACTCAAGTTGTATTGATGGTCTGCCTCAGCGTA
TTGTAGCAGATACTGGTATAGATGTTCTAGTTCACTTATTGAAGCCTATGTTTCCAAAAAAGCAACTGACTTTAC
AGACGCTCTTGCTGAAAAGCAGTTAAATTAATTTTGAAGATCTTCAAAAAATTTATAACGATAGTAAGGATTCC
GAAGCTCGAGATCATGTTCAAAACGCTTCTGTATAGCAGGAATAGCATTTACAAATGCTGGTCTTGGAATTAAT
CACAGCTTGGCTCATGCTATGGGTGGATCTTTCCACATTCCTCACGGCCGATCCAATGCACCTTCTACTTAATGCAG
TAATGGAATACAACGCTAGCTTGGTTGGAAATGCAAGCGAACATGCTATGAAAAATACGCAAACTAGCATCA
ATTCTACACCTTCAGCTCGAACAACTCGCGAAGGCGCTGAAGTTTTATTGAAGCTGTAGATAAATTAATAAAAT
CCCTAGGTGTTGAAGATAAATTCGATCTCTGGGATTAAGAAAGATGAGTTTCAAAGTGCTCTAAATCATATGG
CAGAAACAGCAATGCAAGATAGATGCATCCAACCTAATCCTAGAAAACCTTCTAAGAAGAAGCTTATACATATTT
ATCAAAAATGTTATTAA

도면45

서열번호 84: 클로스트리디움 톱달리아의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MEDKFNFLNLSKIYFNRESIQLLQVETGSRFIVADAIMGKLGYLQKVIDYLSKAGISSVFTGVHPDPDVNVIADAMK
LYKKSDADVLVALGGSSIDTAKGIMYFACNLGKAMGQEMKKPLFIAIPSTSGTGSEVTNFTVITSQKEKVCIIIDDFIAPD
VAILDSSCIDGLPQRIVADTGIDVLVHSIEAYVSKKATDFTDALAEKAVKLIFENLPKIYNSDKDSEARDHVNQNASCIAGIA
FTNAGLGINHSLAHAMGGSFHIPHGRSNALLNAVMEYNASLVGNASEHAMEKYAKLASILHLPARTTREGAVSFIEA
VDKLIKSLGVEDNIRSLGIKEDEFQSALNHMAETAMQDRCTPTNPRKPSKEELIHQYQCY*

서열번호 85: 클로스트리디움 톱달리아로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAATTGATGGAAAAATTTGGAGTAAGGCAAAGGAAGACAAAAAAGATTGCTTAGCTGAAGGAGAAG
AAGAAAGAACTCTTCAAGCTTGTAAGAAATAATTAAGAGGGTATTGCAAAATTTAATCCTTGAGGGAATGAAA
AGGTAATAAAGAAAAAGCGTCAAAATTAGTGTAAGTTTAAATGGAGCAGAAATAGTAGATCCAGAGACTTCA
GATAAACTAAAGGCATATGCAGATGCTTTTTATGAATTGAGAAAGAAAGGGAATAACGCCAGAAAAAGCGG
ATAAAATAGTAAGAGATCCAATATACTTTGCTACAATGATGGTTAACTTGGAGATGCAGATGGATTGGTTTCAG
GTGCGGTTCCATACTACAGGTGATCTTTTGAGACCCAGGACTTCAAAATAGTAAGACAGCTCCAGGTACATCAGTAG
TTTCCAGTACATTTATAATGGAAGTACCAAAATGTGAGTATGGTGACAAATGGTGTACTTCTATTGCTGATTGTGC
TGTAATCCATGCCCAGATAGTGATCAATTGGCTTCAATTGCAATAAGTACAGCAGAACTGCAAGAACTTATG
TGGAATGGATCCAAAGTAGCAATGCTTTCTACTAAGGGAAGTGCAAAACAGAAATAGTAGCAAAAGT
TAGAAATGCTGTAGAGATTGCAAAAAAGCTAAACCAGATTTAAGTTTACAGCGAGAAATTACAATTAGATGCCTC
TATCGTAGAAAAGTTGCAAGTTTAAAGGCTCCTGGAAGTGAAGTAGCAGGAAAAGCAATGTACTTGTATTTCC
AGATCTCCAAGCAGGAAATATAGGCTATAAACTCGTTCAAAGATTTGCAAAAGCAGATGCTATAGGACCTGTATG
CCAAGGATTTGCAAAACCTATAAATGATTTGTCAAGAGGATGTAATTCTGATGATATAGTAAATGTAGTAGCTGT
AACAGCAGTTCAAGCACAAGCTCAAAAGTAA

서열번호 86: 클로스트리디움 톱달리아로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열:

MKLMEKIWSKAKEDKKKIVLAEGEEERTLQACEKIIKEGIANLILVGNKVIKEKASKLGVSLNGAEIVDPETSDKLKAYA
DAFYELRKKKGITPEKADKIVRDPYFATMMVKLGADGLVSGAVHTTGDLRPLQIVKTAPGTSVVSSTFIMEVPNC
EYGDNGVLLFADCAVNPDPDSQLASIAISTAETAKNLGMDPKVAMLSFSTKGSAKHELVDKVRNAVEIAKKAKPDL
SLDGEQLLDASIVEKVASLKAPGSEVAGKANVLVFPDLQAGNIGYKLVQRFKADAIGPVCQGFAPKINDLSRGCNSD
DIVNVAVTAVQAQAQK*

서열번호 87: 클로스트리디움 톱달리아로부터의 아세테이트/부티레이트 산화효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAATATTAGTAGTAACTGTGGAAGTTCATCTTTAAATATCAACTTATTGATATGCAAGATGAAAGTGTG
TAGCAAAGGGTCTGTAGAAAGATAGGAATGGACGGTTCATTTTAAACACACAAAGTTAATGGAGAAAAGTTT
GTTACAGAGCAACAATGGAAGACCACAAAGTTGCTATACAATTAGTATTAATGCTCTTGTAGATAAAAAACAT
GGTGTAATAAAAGACATGTGAGAAATATCCGCTGTAGGACATAGAGTCTTGACGCGTGGAAGAAATATGCAGC
ATCCATTCTTATTGACGAAAATGTAATGAAAGCAATAGAAGATGTATCCACTAGGACCACTACATAATCCAGCT
AATATAATGGGAATAGATGCTGTAAAAAATTAATGCCAAATACTCCAATGGTAGCAGTATTTGATACAGCATTTT
ATCAGACAATGCCAGATTATGCTTATGCAATACCTTATGATATATCTGAAAAGTATGATATCAGAAAAATA
TGGTTTTTCATGGAACCTTCTCATAGATTGTTTTCAATTGAAGCAGCTAAATTATTAAGAAAGATCCAAAGATCTT
AAGTTAATAACTTGTCTTTAGGAAATGGAGCTAGCATATGTGAGTAACCAAGGAAAAGCAGTAGATACAAC
GATGGGACTTACTCTTGTGAGGACTTGTAATGGGAACTAGATGCGGTGATATAGATCCAGCTATAGTACCATT
TGTAATGAAAGAACAGGCATGTCTGTAGATGAAGTGATACCTTAATGAATAAAAGTCAGGAATACTTGGAG
TATCAGGAGTAAGCAGTGATTTTAGAGATGTAGAAGAAGCTGCAAAATCAGGAAATGATAGAGCAAAACTTGCA
TTAAATATGATTATCACAAGTTAAATCTTTCATAGGAGCTTATGTTGCAGTTTTAAATGGAGCAGATGCTATAA
TATTACAGCAGGACTTGGAGAAAATTCAGCAACTAGCAGATCTGCTATATGTAATGGATTAAGCTATTTTGGAA
TTAAATAGATGAAGAAAAGAAATAAGAAAAGGGGAGAGGCACTAGAAATAAGCACACCTGATTCAAAGATAAA
AGTATTAGTAATTCACAAATGAAGAACTTATGATAGCTAGGATACAAAAGAAATAGTTGAAAAATAATAA

도면46

서열번호 88: 클로스트리디움 톱달리이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열:

MKILVVNCGSSSLKYQLIDMQDESVAAGLVERIGMDGSILTHKVNGEKFVTEQTMEDHKVAIQVLVNLALVDKKHGV
KDMSEISAVGHRVLHGGKKYAASILIDENVMKAIEECIPGLPHNPANIMGIDACKKLMNPNTPMVAVFDTAHQTM
DYAYTYAIPYDISEKYDIRKYGHGTSRHFVSIEAAKLLKDPKDLKLITCHLNGASICAVNQGKAVDTTMTGLTLAGLV
MGTRCGDIDPAIVPFVPMKRTGMSVDEVDTLMNKKSGLGVSGVSSDFRDVEEAANSNDRAKLALNMYHVKVFSI
GAYVAVLNGADAIIFTAGLGENSATSRSAICNLSYFGIKIDEENKKRGEALEISTPDSKIKVLVPTNEELMIARDTKEIV
ENK*

서열번호 89: 클로스트리디움 톱달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGTACGGATATAAGGGTAAGGTATTAAGAATTAATCTAAGTAGTAAACTTATATAGTGAAGAATTGAAAAAT
GACAAAGCTAAAAAATTTATAGGTGCAAGAGGGTTAGGCGTAAAAACCTTATTTGACGAAGTAGATCCAAAGGT
AGATCCATTATCACCTGATAACAAATTTATATAGCAGCGGGACCACTTACAGGTGCACCTGTTCCAACAAGCGG
AAGATTATGTTAGTTACTAAATCACCTTTAACAGGAAGTATTGCTATTGCAAAATTCAGGTGAAAAATGGGGAGC
AGAATTCAAAGCAGCTGGATACGATGATAATCGTTGAAGGTAAATCTGATAAAGAAGTTTATGTAATATAGT
AGATGATAAAGTAGAATTTAGGGATGCTTCTCATGTTTGGGGAAAACTAACAGAAGAACTACAAAAATGCTTCA
ACAGGAAACAGATTGAGAGCTAAGGTTTTATGCATAGGACGAGCTGGGAAAAAGTTATCACTTATGGCAGCAG
TTATGAATGATGTTGATAGAACAGCAGGACGTGGTGGTGGTGGAGCTGTTATGGGTTCAAAGAACTTAAAGCT
ATTGTAGTTAAAGGAAGCGGAAAAAGTAAATTTTATGATGAACAAAAAGTGAAGGAAGTAGCACTTGAGAAAAAC
AAATATTTTAAAGAAAGATCCAGTAGCTGGTGGAGGACTTCCAACATACGGAACAGCTGTACTTGTAATATTAT
AAATGAAATGTTGATACCCAGTAAGAAATTTTCAAAATCTTATACAGATCAAGCAGATAAGATCAGTGGAGA
AACTTTAACTAAAGATTGCTTAGTTAGAAAAATCCTTGCTATAGGTGTCCAATTGCTGTGGAAGATGGGTAAA
ACTGATGATGGAAGTGAATGTTGAGGACCAAGATATGAAACATTATGGTCAATTGGATCTGATTGTGATGATA
CGATATAAATGCTGTAATACAGCAATATGTTGTGAATGAATATGGATTAGATACCATACAGCAGGATGTAC
TATTGCAGCAGCTATGGAACCTTTATCAAAGAGTTATTAAGGATGAAGAAATAGCAGCAGATGGATTGTCACT
TAATTGGGGAGATGCTAAGTCCATGGTTGAATGGGTAAGAAAAATGGGACTTAGAGAAGGATTGGAGACAAG
ATGGCAGATGGTTCATACAGACTTTGTGACTCATACGGTGTACCTGAGTATTCAATGACTGTAAAAAACAGGAA
CTTCCAGCATATGACCCAAGAGGAATACAGGGACATGGTATTACTTATGCTGTTAACAATAGGGGAGGATGTCAC
ATTAAGGGATATATGGTAAGTCTGAAATACTTGGCTATCCAGAAAACTTGATAGACTTGCAAGTGAAGGAAA
AGCAGGATATGCTAGATATTCCATGATTTAACAGCTGTTATAGATTCACTTGGATTATGTATTTTACAACATTTG
GTCTTGGTGACAGGATTATGTTGATATGATAATGCAGTAGTTGGTGGAGAATTACATGATGTAAATCTTTAAT
GTTAGCTGAGATAGAATATGGAATTTAGAAAAATATTTAACTTAAAGGCAGGCATAGATAGTTACAGGATAC
TCTTCAAAGAGATTGCTTGAAGAACAATTCAGAAGGACCATCAAAGGAGAAGTTCATAAGTTAGATGTACT
ACTACCTGAATATTATCAGTACGTGGATGGGATAAAAAATGGTATTCCTACAGAGGAAACGTTAAAGAAATTAGG
ATTAGATGAATACGTAGGTAAGCTTAG

서열번호 90: 클로스트리디움 톱달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:

MYGYKGVLRINLSSKTYIVEELKIDKAKKFIGARGLGVKTLFDEVDPKVDPLSPDNKFIIAAGPLTGAPVPTSGRFRMVVT
KSPLTGTAIAINSGGKWAIEFAAGYDMIIIVEGKSDKEVYVNIIVDDKVEFRDASHVWVGKLTETTKMLQQTDSRAK
VLCIGPAGEKLSLMAAVMNDVDRTAGRGGVGAVMGSKNLKAIVVKGSGKVKLFDEQKVKEVALEKTNILRKDPVAG
GGLPTYGTAVLVNIIENGVHPVKNFQSYTDQADKISGETLTKDCLVRKNPCYRCPACGRWVKLDDGTGCGPEYE
TLWSFGSDCDVDYINAVNTANMLCNEYGLDTITAGCTIAAAMELYQRYIKDEEIAADGLSLNWGDAKSMVEVWVK
MGLREGFGDKMADGSYRLCDSYGVPEYSMTVKKQELPAYDPRGIQGHGITYAVNNRGGCHIKGYMVSPEILGYPEKL
DRLAVEGKAGYARVFDLTAVIDSLGLCIFTTFGLGAQDYVDMYNAVVGGLHDVNSMLAGDRIWTLKIFNLKAGI
DSSQDTLPKRLLEEQIEGPKGEVHKDLVLLPEYYSVRGWDKNIGPTTEETLKLGLDEVVGKL*

도면47

서열번호 91: 클로스트리디움 톱달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:
 ATGTATGGTTATGATGTTAAAGTATTAAGAATTAATTTAAAAGAAAGAACTTGCAAATCAGAAAATTTAGATTTA
 GATAAAGCTAAAAAGTTTATAGTTTGTAGGGGACTAGGTGTTAAACTTTTATTTGATGAAATAGATCCTAAAATA
 GATGCATTATCACCAGAAAATAAATTTATAATTGTAAACAGGTCCTTAACTGGAGCTCCGGTTCCAAGTGTGGAA
 GGTTTATGGTAGTTACTAAAGCACCGCTTACAGGAAGTATAGGAATTTCAAATTCGGGTGGAAAATGGGGAGTA
 GACTTAAAAAAGCTGGTTGGGATATGATAATAGTAGAGGATAAGGCTGATTCACCAAGTTTACATTGAAATAGTA
 GATGATAAGGTAGAAATTAAGACGCGTCACAGCTTTGGGGAAAAGTTACATCAGAACTACAAAAGAGTTAGA
 AAAGATAAAGTGAAGAATAAATCAAAGGTATTATGTATAGGACCTGCTGGTGAAACGATTGTCTCTTATGGCAGCAGT
 TATGAATGATGTAGATAGAACTGCAGCAAGAGGCGCGCTTGGTGCAGTTATGGGATCTAAAACTTAAAGCTA
 TTACAGTTAAAGGAAGTGGAAAAATAGCTTTAGCTGATAAAGAAAAAGTAAAAAAGTGTCCGTAGAAAAAATT
 ACAACATTAAAAAATGATCCAGTAGCTGGTCAGGGAATGCCAATTATGGTACAGCTATACTGGTTAATATAATA
 AATGAAAATGGAGTTCATCTGTAAAGAAATTTCAAGAGTCTTATACGAATCAAGCAGATAAAAATAGTGGAGAG
 ACTCTTACTGTCAACCAACTAGTAAGGAAAAATCCTTGTACAGCTGTCTATAGGTTGTGGAAAGATGGGTTAGA
 CTAAGATGGCACAGAGTGGGAGGACCAAGATATGAACACTGTGGTGTGGTGGTCTGACTGTGGTTCATA
 TGATTTAGATGCTATAAATGAAGCTAATATGTTATGTAATGAATATGGTATTGATCTATTCTGTGGTGCACA
 ATTGCTGCAGCTATGGAATTTATCAAAGAGGATATATAAAGACGAAGAAATAGCTGGAGATAACCTATCTCTC
 AAGTGGGGTGATACGGAATCTATGATTGGCTGGATAAAGAGAATGGTATATAGTGAAGGCTTTGGAGCAAGA
 TGACAAATGGTTCATATAGGCTTTGTGAAGGTTATGGAGCACCGGAGTATTCTATGACAGTTAAAAAGCAGGAA
 ATTCCAGCATATGATCCAAGGGGAATACAGGGACACGGTATTACCTATGCAGTTAATAATAGAGGAGGCTGTCA
 TATTAAGGGATATGATTAACCTGAAATATTAGGTTATCCTGAAAACTTGATAGATTGTCATTAGATGGTAAA
 GCAGCTTATGCCAAATTTTTCATGATTTAACTGCTGTAATTGATTCTTTAGGATTGTGCATATTTCACTACATTTGG
 GCTTGAATACAGGATTATGTAGATATGTATAATGCAGTAGTAGGAGAATCTACTTATGATGCAGATTCACTATT
 AGAGGCAGGAGATAGAATCTGGACTCTTGAGAAATTTAATCTTGACAGCTGGAATAGACAGCAGCCAGGATA
 CTCTACCAAGAGATTGTTAGAAGAACCTATCCAGATGGCCATCAAAGGGAGAAGTTCATAGGCTAGATGTTT
 TTCTGCCAGAATATTACTCAGTACGAGGATGGAGTAAAGAGGGTATACCTACAGAAGAACATTAAAGAAATTA
 GGATTAGATGAATATATAGGTAAGTTCTAG

서열번호 92: 클로스트리디움 톱달리이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:
 MYGYDGKVLRLNLTERTCKSENLDLDKAKKFIGCRGLGVKTLFDEIDPKIDALSPENKFIIVTGPLTGAPVPTSGRFRMVVT
 KAPLTGTIGISNSGGKVGVDLKKAGWDMIIVEDKADSPVYIEIVDDKVEIKDASQLWGVKVTSETTKELEKITENKSKVLC
 IGPAGERLSLMAAVMNDVDRTAARGGVGAVMGSKNLKAITVKGTKIALADKEKVKVSVKEITTLKNDPVAGQGM
 PTYGTAILVNIINENGHPVKNFQESYTNQADKISGETLTANQLVRKNPCYSCPIGCGRWVRLKDGTECGGPEYETLW
 CFGSDCGSYDLDAINEANMLCNEYGIDTITCGATIAAAMELYQRGYIKDEEIAAGDNLKLGWDTESMIGWIKRMVYSE
 GFGAKMTNGSYRLCEGYGAPEYSMTVKKQEIAPYDPRGIQGHGITYAVNNRGGCHIKGYMINPEILGYPEKLDRLFALD
 GKAAAYAKLFDLTAVIDSLGLCIFTTFGLGIQDYVDMYNAVVGESTYDADSLLEAGDRIWTLKLFNLAAGIDSSQDTLP
 KRLLLEPIPDGPKGEVHRLDVLPEYYSVRGWSKEGIPTETLKKLGLDEYIGKF*

도면48

서열번호 93: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:
 ATGCCAAGAAATCTGTTTATATTTAACAGCATGAAAAATAAGAAAGAGGTGTCATTAAATGAAGGTAAGGTAAGGTAACG
 TTGAAGAATTAATGAAAAAGTTAGATGAAGTAACGGCTGCTCAAAAAAATCTCTAGTTATAGTCAGGAACAAGTGGATGA
 GATCTTTAGGCAGGCAGCTATGGCAGCCAATAGTGCTAGAATAGATCTAGCTAAATGGCAGTGGGAAGAAGCGGAATGGG
 AATTGTAGAAGACAAGGTTATTTAAAAATCATTGTTTCAGAAATATATATAACAAATATAAGGATGAAAAGACCTGTGGAG
 TTTTGAAGAAGACCAAGGTTTTGGTATGGTTAGAATTGCGAACCTGTAGGGGTTATAGCAGCAGTAGTTCCAACAATA
 TCCAACATCCACAGCAATCTTTAAATCTTTAATAGCTTTGAAAACTAGAAATGGTATAGTTTTTACCACATCCAAGAGCAAA
 AAAATCAACTATTGCGAGCAGCTAAGATAGTACTTGATGCAGCAGTTAAAGCTGGTGCTCTGAAGGAATTATAGGATGGATA
 GATGAACCTCCATTGAACCTCACAGGTGGTAATGAAAGAAGCAGATTAAATCTTGCAACTGGTGGCCCGGGTATGGTTAA
 GGCTGCCTATTCTTCAGGAAAGCCTGCTATAGGAGTTGGCCAGGTAACACACCTGCTGTAATTGATGAAAGTCTGATATTA
 AAATGGCAGTAAATTCAACTCTCTTCAAAAACTTTTGATAATGGTATGATTTGTGCTTCAGAGCAGTCAGTAGTGTGTA
 GCTCAATATACGATGAAGTCAAGAAAGAAATTTGCAGATAGAGGAGCGTATATTAAGTAAGGATGAAACAGATAAGGTTG
 GAAAAACAATTATGATTAATGGCGCTCTAAATGCTGGCATTGTAGGGCAAAGTCTTTTAAATAGCACAGATGGCAGGAGT
 GAGGTGACAGAGGATGCTAAAGTACTTATAGGAGAAGTTAAATCAGTAGAACCTGAAGAAGAGCCCTTTGCTCATGAAAAG
 CTGCTCCAGTTTTAGCTATGTACAAAGCAAAAGATTTTGATGAAGCACTCTAAAGGCTGGGAAGATTAGTTGAACGAGGTG
 GAAATGGGCATACATCTGTATTATATGTAAATCAATGACGGAAAAAGTAAAGTAGAAAAAGTTCAGAGAACTATGAAGAC
 TGGTAGAACATTGATAAATATGCTTCAGCACAAGGTGCTATAGGAGATATATATACTTTAACTAGCTCCTCTTTGACGCT
 AGGATGTGGTTCTCGGGAGGAAACTCTGTATCAGAAAATGTTGGACCTAAACATTTATTAACATAAAAAAGTGTGCTGAG
 AGGAGAGAAAAATATGCTTTGGTTAGAGTACCTGAAAAAGTTTATTCAAATATGGTAGTCTTGGAGTTGCATTAAAGGAATT
 GAGAACTTTGGAGAAGAAAAAGGCATTTATAGTAACGGATAAGGTTCTTTATCAATTAGGTTATGTAGATAAAATTACAAAA
 AATCTCGATGAATTAGAGTTTATATAAAATTTACAGATGTAGAACCAGATCCAACCTTGCTACAGCTAAAAAAGGTGC
 ATCAGAACTGCTTCTTATGAACCATGATACAATTATAGCAGTTGGTGGTGGTTCGGCAATGGATGCAGCCAAGATCATGTGG
 GTAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAGATTTGAAGATTTGGCTATGAGATTTATGGATATAAGAAAGAGAGATATGTTTTCC
 TAAGATGGGTGAAAAAGCAATGATGATTTCACTAGCAACATCCGAGGAACAGGATCTGAAGTTACTCCATTTGCACTAATT
 ACGGATGAAAGAACAGGAGCTAAATATCCACTGGCTGATTATGAATTGACTCCAACATGGCTATAATTGATGCAGAACTAT
 GATGGGAATGCCAAAAGGGCTTACAGCAGCTCGGGTATAGATGCATTAAACCATGCAGTGGAGGCGTATGTATCAATAATG
 GCTTCAGAAATACCAATGGATTGGCTCTTGAAGCAACAAGATTAGTATTTAAATATTTGCCAATAGCTTATACAGAAGGTAC
 AACTAATGTAAAGGCAGAGAGAAAAAATGGCTCATGCTTCACTATAGCAGGTATGGCTTTTGCCAATGCACTTCTAGGGGTAT
 GTCCTCTATGGCACATAAATTTGGAGCACAGCACCATATACCACATGGAATTGCCAATGCGCTTATGATAGATGAAGTTATA
 AAATTCATGCTGTAGAGGGCTCCAGGAAACAAGCGGCATTTCCACAATATAAGTACCCAAATGTTAAAAAGAGATATGCTA
 GAATAGCTGATTACTTAAATTTAGGAGGAAGCACAGATGATGAAAAAGTACAATTGCTAATAAATGCTATAGATGACTTAAA
 AACTAAGTTAAATTTCCAAAGACTATTAAGAGGAGGAGGTTTTCAGAAAGATAAATCTATGCTACTTTAGACACAATGTCAG
 AACTGGCTTTTATGATCAATGTACAGGAGCTAATCCAAGATATCCACTAATAGGAGAAATAAAACAAATGTATATAAATGCA
 TTTGATACACCAAGGCAACTGTGGAGAAGAAAAAAGAAAAATAAACATATAA

도면49

서열번호 94: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:
 MPRNLFIFNSMKNKKEVSLMKVTKVTNVEELMKKLDEVTAAQKFSSYSQEQVDEIFRQAAMAANSARIDLAKMAVEESGMGIV
 EDKVIKNHFVSEIYINKYKDEKTCGVLEEDQGFQGMVRIAEVGVIAAVVPTTNPTSTAIFKSLIALKTRNGIVFSPHPRAKKSTIAAKI
 VLDAAVKAGAGEPIIGWIDEPSIELSQVVMKEADLILATGGPGMVKAAYSSGKPAIGVGPNGNTPAVIDESADIKMAVNSILLSKTFD
 NGMICASEQSVVVVSSIYDEVKKEFADRGAYILSKDETDKVGKTIMINGALNAGIVGQSAFKIAQMAGVSPEDAKVLIGEVKSVEP
 EEEFPAHEKLSPLVAMYKAKDFDEALLKAGRLVERGGIGHTSVLYVNSMTEKVKVEFRETMKTGRTLINMPSAQGAIGDIYNFKLA
 PSLTLGCGSWGGNSVSENVGPKHLLNKSVAERRENMLWFRVPEKVYFYKGLGVALKELRTLEKKAFIVTDKVLQYQLGYVDKITK
 NLDELRSYKIFDVEPDPDLATAKKGASELLSYEPDTIIAVGGGSAMDAAKIMWVMYEHPEVRFEDLAMRFMDIRKRVYVFPKM
 GEKAMMISVATSAGTGSEVTFPAVITDERTGAKYPLADYELTPNMAIIDAELMMGMPKGLTAASGIDALTHALEYVVSIMASEYTN
 GLALEATRLVFKYLPYIATYEGTTNVKAREKMAHASTIAGMAFANAFLGVCHSMAHLGAQHHPHGHANALMIDEVIKFNAVEAPR
 KQAAFPQYKYPNVKRRYARIADYVNLNGSTDDKQVQLLINAIDDLKTLNIPKTIKEAGVSEDKFYATLDTMSELAFFDQCTGANPR
 YPLIGEIKQMYINAFDTPKATVEKKTKRKINI*

도면50

서열번호 95: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGAAAGTTACAAACGTGGAAGAATTAATGAAAAGACTAGAAGAGATAAAGGATGCTCAAAGAAATTTGCTAC
ATATACTCAAGAACAGTGGATGAAATTTTTAGACAAGCAGCTATGGCAGCCAATAGTGCTAGAATAGAACTAGC
TAAATGGCAGTGAAGAAAGCGGAATGGGAATTTAGAAAGACAAGGTTATTAATAATCACTTTGCCTCAGAAT
ATATATATAACAAATATAAGGATGAAAAGACCTGTGGAGTTTTAGAAAGAGATGCAGGCTTTGGTATAGTTAGA
ATTGCGGAACCTGTAGGGGTTATTGCAGCAGTAGTCCAAACAATAATCCAACATCTACAGCAATCTTTAAATCAC
TAATAGCTTTAAAACTAGAAATGGTATAATTTTTTACCAGCATCCAAGGGCAAAGAAATCAACTATTGCAGCAGC
TAAATAGTACTTGTATGCTGCAGTTAAAGCTGGTGCTCCCGAAGGAATTATAGGATGGATAGATGAACCTTCAT
TGAACCTTCACAGGTGGTAATGGGAGAAGCAAAATTTAATCTTGCAACTGGTGGCCGGGTATGGTTAAGGCTGC
CTATTCTTCAGGAAAACCTGCTGTAGGAGTTGGCCAGGTAATACACCTGCTATAATTGATGAAAAGTGCCGATAT
TAAATGGCAGTAAATCAATATTACTCTCAAAAACCTTTTGATAATGGTATGATTTGTGCTCAGAGCAGTCAGTA
ATAGTTTTAGACTCAATATATGAGGAAGTTAAAAAGAAATTTGCTTATAGGGGAGCTTATATATTGAGTGAGGAT
GAAACAGATAAGGTTGGAAAAATAATTTTAAAAATGGAGCCTTAAATGCTGGTATTGTAGGACAAAGTGCTTTT
AAAATAGCACAGCTGGCAGGAGTGAACGTACCAGAAAAAGCTAAAGTACTTATAGGAGAGGTAGAATCAGTAG
AACTTGAAGAACCATTTTCTCATGAAAAGTTATCTCCAGTTTTAGCTATGTACAGGGCAAGAGATTTTGAGGATGC
CATTGCAAAAACGTATAAAGTGGTTAGGGCAGGTGGATTTGGACATACATCTTCATTATATGTAATCCAATGAC
AGAAAAAGCAAAAGTAGAAAAATTTAGTACTATGATGAAAACATCAAGAACTATAATTAACACACCTTCATCTCA
AGGTGGTATAGGTGACATATATAACTTTAAGCTAGCTCCTTCGCTGACGCTAGGCTGCGGATCTTGGGGAGGAA
ACTCTGTATCCGAAAATGTTGGGCCATAACATTTTAAACATAAAAAAGTGTGCTGAGAGGAGAGAAAAATATGC
TTTGTTTTAGAGTGCTGAAAAGGTTTTTCAATACGCTAGTCTTGGAGTTGCATTAAAGAAATTAAGTTAT
GAATAAGAAGAAAGTATTTATAGTAACAGATAAAGTCCTTTATCAATTAGGTTATGTGGACAAAGTTACAAAAGT
TCTTGAGGAACATAAAATTTCTATAAGTATTTACAGATGTAGAACCAGATCCAACCTTGCTACAGCTAAAAAA
GGTGACAGAGAATTGCTGCATATGAACCGGATACAATTATATCAGTTGGTGGTGGTTTCAGCAATGGATGCAGCC
AAGATTATGTGGTAATGTATGAGCATCCAGAAGTAAATTTGAAGATTAGCTATGAGATTTATGGATATAAGA
AAGAGAGTATATGTTTTCCCTAAGATGGGAGAAAAAGCAATGATGATTTTCAGTAGCAACATCCGAGGTACAGG
ATCAGAAGTACTCCATTTGCAGTAATTACAGATGAAAAACAGGAGCTAAATATCCATTAGCTGATTATGAGTT
AACTCCAAACATGGCTATAGTTGATGCAGAACTTATGATGGGAATGCCAAGAGGACTTACGGCAGCGTCAGGTA
TAGATGCATTAACATGCACTGGAAGCTTATGTATCAATAATGGCTACAGAATTTACCAATGGATTAGCCCTTGA
AGCAGTAAAGTTGATATTTGAATATTTACCAAAAGCTTATACAGAAGGTACAACTAATGTAAGGCAAGAGAAAA
AATGGCTCATGCTTCATGTATTGCTGGTATGGCTTTTGCAATGCATTCTAGGGGTATGCCACTCTATGGCACAT
AAATTAGGAGCACAGCACCACATACCACATGGAATTGCTAATGCACTTATGATAGATGAAGTTATAAAATTCAT
GCTGTAGATGATCCAATAAAACAAGCTGCATTTCTCAATACGAGTATCCAATGCCAAGTATAGATATGCTCAG
ATAGCTGATTGTCTCACTTAGGAGGAAATACAGAAGATGAAAAGGTGCAATTATTAATAAATGCTATAGATGAT
CTAAAAGCTAAGTTAAATATCCAGAAACGATTAAAGAAGCAGGAGTTTCAGAAGAAAAATTTCTACTACTTTA
GATAAAATGTCAGAATTAGCTTTTGATGATCAATGTACAGGAGCTAACCCAAGGTATCCAATAAAGTGAAATA
AAACAAATGTATATAAATGTTTTTGATAAACTGAACCAATTGTAGAAGATGAAGAAAAGTAA

도면51

서열번호 96: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 이작용성 부탄올/부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열

MKVTNVEELMKRLLEEIKDAQKKFATYTQEQVDEIFRQAAMAANSARIELAKMAVEESGMGIVEDKVIKNHFASEYIYN
KYKDEKTCGVLERDAGFGIVRIAEPVGVIAAVVPTTNPTSTAIFKSLIALKTRNGIIFSPHPRAKKSTIAAAKIVLDAAVKAG
APEGIIGWIDEPSIELSQVVMGEANLILATGGPGMVKAAYSSGKPAVGVGPGNTPAIIDESADIKMAVNSILLSKTFDN
GMICASEQSVIVLDSIYEEVKKEFAYRGAYILSEDETDKVGKIIKNGALNAGIVGQSAFKIAQLAGVNVPEKAKVLIGVE
SVELEFPFSHEKLSPLVAMRYRDFEDAIKTDKLVRAAGGFGHTSSLYVNPMTAKVEKFSTMMKTSRTIINTPSSQG
GIGDIYNFKLAPSLTLGCGSWGGSVSENVGPKHLLNIKSVAERRENMLWFRVPEKVYFYKQSLGVALKELKVMNKKK
VFIVTDKVLQYLVYDKVTKVLEELKISYKVFDTVEPDPLATAKKGAELLSEYPTIISVGGGSAMDAKIMWVWME
HPEVKFEDLAMRFMDIRKRVYVFPKMGEKAMMISVATSAGTGEVTPFAVITDEKTGAKYPLADYELTPNMAIVDAE
LMMGMPRGLTAASGIDALHLEAYVSIMATEFTNGLALEAVKLIFEYLPKAYTEGTTNVKAREKMAHASCIAGMAFA
NAFLGVCHSMAHKLGAQHHPHGIANALMIDEVIKFNVDPIKQAAFQYEPNAYRYAQIADCLNLGGNTEDEK
VQLLINAIDDLKAKLNIPETIKEAGVSEKFYTTLDKMSELAFFDDQCTGANPRYPLISEIKQMYINVFDKTEPIVEDEEK*

서열번호 97: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGAGGGAACACAATTGGAAAAATTTGATAAAGACTTACGCTCTATACAAGAAGCAAGAGATCTTGACGCTTTA
GGAAAAATTGCAGCATGTGAAATTGCTGATTATACTGAAGAACAATTGATAAAATCCTATGTAATATGGTTAGG
GTAGCAGAGGAAAAATGCAGTTTGCCTTGGTAAAAATGGCTGCAGAAAGAACTGGTTTTGGAAAAGCTGAAGATAA
GGCTTATAAGAACCATATGGCTGCTACTACAGTATATAATTATATCAAGGATATGAAGACTATTGGTGTATAAAA
GAAGATAAAAGTCAAGGTGTAATTGAATTTGCTGAACCAAGTTGGTTTATTAATGGGTATTGTACCATCTACAAATC
CAACATCTACTGTTATCTATAAATCAATCATTGCAATTAAATCAAGAAATGCAATTGATTCTCACCACACCCAGCT
GCATTAAATGTTCAACAAAAGCAATAGAACTTATGCGTGATGCAGCAGTAGCAGCAGGAGCTCCTGCAAAATGT
AATTGGCGGTATTGTTACACCATCTATACAAGCTACAAATGAACCTATGAAAGCTAAAGAAGTTGCTATGATAATT
GCCACTGGAGGCCCTGGAATGTGTAAGGCTGCTTATAGTTCAAGAACACCTGCAATAGGCGTTGGTGCTGGTAA
CTCTCCATCTTATATAGAAAGAACTGCTGATGTTCAATCAGTTAAAGATATAATTGCTAGTAAGAGTTTGTAC
TATGGTACTATTGTGCTATGAGCAATCAATAATTGTTGAAGAATGCAACCATGATGAAGTAATAGCTGAGTTG
AAGAAACAAGGCGGATATTTATGACAGCTGAAGAACTGCAAAAGTTTGCAGTATACCTTTTAAAGCCTGGTACA
CACAGTATGAGTGCTAAGTTTGTAGGAAGAGCTCCTCAGGTTATAGCAGCAGCTGCAGGTTTCTCAGTTCCAGAA
GGAACAAAAGTTTATGAGGAGAACCAAGGCGGAGTTGGTAATGTTACCTCTATCTTATGAGAACTTACAACA
GTACTTGCTTTCTATACAGTTAAAGATTGGCATGAAGCATGTGATCTTAGTATAAGATTACTTCAAAATGGTCTTG
GACATACTATGAACATTCATACAAATGACAGAGACTTAGTAATGAAGTTTGCTAAAAAACCAGCATCCCGTATATT
AGTTAATACTGGTGGAAGCCAAGGAGGTACTGGTGCAAGCACAGGATTAGCACCTGCATTACATTAGGTTGTG
GTACATGGGGAGGAAGCTCTGTTCCGAAAATGTTACTCCATTACATTTAATCAATATAAAGAGAGTTGCATATG
GTCTTAAAGATTGTTCTACATTAGCTGCAGATGATACAACTTTCAATCATCCTGAACCTTTGTGGAAGCAAAAATGA
CTTAGGATGCTGTGCTACAAGCCCTGCAGAAATTTGCAGCAAATAGCAATTGTGCTAGCACTGCTGCGGATACTAC
TGATAATGATAAACTTGCTAGACTCGTAAGTGAATTAGTAGCTGCAATGAAGGGAGCTAACTAA

도면52

서열번호 98: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:
MEGTQLENFDKDLRSIQEARDLARLGKIAACEIADYTEEQDKILCNMVRVAEENAVCLGKMAAEETGFGKAEDKAYK
NHMAATTVYNYIKDMKTIGVIEDKSGVIEFAEPVGLLMGIVPSTNPTSTVIYKSIIAKSRNAIVFSPHPAALKCSTKAI
ELMRDAAVAAGAPANVIGGIVTPSIQATNELMKAKEVAMIIATGGPGMVKAAYSSGTPAIGVGAGNSPSYIERTADV
HQSVKDIIASKSFDYGTICASEQSIIVEECNHDEVIAELKKQGGYFMTAEETAKVCSILFKPGTHSMSAKFVGRAPQVIAA
AAGFSVPEGTKVLVGEQGGVGNGLPSYEKLTTLAFYTVKDWHEACDLSIRLLQNLGHTMTNIHTNDRDLVMKFAK
KPASRILVNTGGSQGGTGASTGLAPFTLGCCTWGGSSVSENVTPHLINIKRVAYGLKDCSTLAADDTTFNHPELCGS
KNDLGCCATSPAFAANSNCSTAADTTDNDKLARLVSELVAAMKGAN*

서열번호 99: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열:
GTGGAAAATGCTGCACGAGCACAAAAATGTTAGCAACTTTCCGCAAGAAAAGTTAGATGAGATTGTTGAACG
TATGGCTGAAGAAATCGGAAAAACATACCCGAGAGCTTGCTGTAATGTCACAGGATGAAACTGTTATGGAAAAAT
GGCAGGATAAATGCATCAAAAACCGATTTGCCTGTGAATATTGCCAGCTAAGCTTAGAGGAATGCGATGTGTA
GGTATTATTAACGAAAATGGTCAGGATAAGACCATGGATGTAGGTGTACCTATGGGTGTAATTATTGCATTATGT
CCTGCAACTAGTCCGTTTCTACTACCATATATAAGGCATTAATTGCAATTAAGTCTGGTAATGCAATTATCTTTTC
TCCACATCCTAGAGCAAAGGAGACAATTTGTAAGGCGCTTGACATCATGATTCGTGCAGCTGAAGGATATGGGCT
GCCAGAAGGAGCTCTTGCACTACTACACTGTGACGCCTAGTGGAAACAATCGAATTGATGAACCATGAGGCGA
CTTCTTTGATTATGAATACAGGCGTTCCCGGGATGCTTAAGCGTCATATAGATCTGGAAAACCTGTGATCTATGG
AGGAACCTGGTAATGGACCAGCATTTATTGAACGTACAGCTGACATCAAGCAGGCGGTAAGAGATATTATTGCTA
GTAAGACCTTTGATAACGGAATAGTACCATCATCTGAACAATCTATTGTTGATAGATGCTGTGTTGCATCTGATGT
TAAACGTGAGTTGCAAAATAGTGGTGCAATTTTATGACAGAGGAGGAAGCACAAAACTGGGTTCTCTTTTT
CCGTTCTGATGGTAGTATGGATTGAGAAATGGTTGGCAAATCCGCACAGAGATTGGCTAAGAAAGCAGGTTTCA
GTATTCCTGAAAGTAGCAGAGTGCTAATTTAGAGCAGAAATATGTTTCCCAAGATAATCCTTATTCCAAGGAGA
AACTTTGTCCGGTACTAGCTTACTACATTGAAGATGATTGGATGCATGCATGTGAAAAGTGATTGAGCTGCTATT
AAGTGAGAGACATGGTCACACTCTGTTATACATTCAAAGACGAAGATGTAATTCGCCAGTTTGCAATAAAAA
ACCTGTAGGCAGGATACCTGTTAATACGCTGCTTCTTTGGTAGTATGGGTGCTACAAGTAATTTATTTCTGCTT
TAACTTTAGGTAGTGATCGGCAGGTAAGGTATTACCTCCGATAATGTTTACCAATGAATCTTATTTACGTCCG
TAAAGTCGGATATGGCGTACGGAATGTAGAAGAGATTATTAATACTAATGGATTGTTTACAGAAGAAAAAAGTG
ATTTGAGTGGTATGACAAAGCAGTCAGACTATAATCCAGAGGATATACAAATGTTGCAGCATATTTTAAAAAAG
CTATGGAATAAATAATAG

서열번호 100: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부티르알데하이드 탈수소효소의 아미노산 서열:
VENAARAQKMLATFPQEKLEIVERMAEEIGKHRELAVMSQDETGYGKWQDKIKNRFACEYLPKLRGMRCVGII
NENGQDKTMDVGVPMGVIIALCPATSPVSTTIYKALIAIKSGNAIIFSPHPRAKETICKALDIMIRAAEGYGLPEGALAYL
HTVTPSGTIELMNHEATSLIMNTGVPGLKASYRSGKPVYGGTGNGPAFIERTADIKQAVRDIASKTFDNGIVPSSEQ
SIVVDSCVASDVKRELQNSGAYFMTEEEAQKLGSLFFRSDGSMDSMVMGKSAQRLAKKAGFSIPESSTVLISEQKYVSQ
DNPYSKEKLCPLVAYIYIEDDWMHACEKCIELLSERHGHTLVHKSDEDEVIRQFALKKPVGRILVNTPASFGSMGATSNL
FPALTGLSGSAGKGITSDNVSPMNLIYVRKVGYGVNRVVEIINTNGLFTEEKSDLSGMTKQSDYNPEDIQMLQHILKKA
MEKIK*

도면53

서열번호 101: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGCAAGATTTACTTTACCAAGAGACATTTATTTGGAGAAAATTCATTAGAGACCTTGAAAAACCTAGATGGA
AAAAAAGCTGTCATTGTCGTAGGTGGAGGATCCATGAAAAGATTTGGATTCTTGATAAGGTAGTAGACTACTTA
AAAGAAGCAGGTATTGAATCAAAATTAATAGAAGCGTTGAGCCAGATCCATCCGTAGAAACTGTTATGAATGG
TGCTAAACTAATGAGGGAATATGGGCCAGATTTAATAATATCAATAGGTGGAGGTTACCAATTGATGCAGCAA
AAGCTATGTGGATATCTATGAATACCCGTAGTTTACTTTTAAAGAAGCTGTAGTTCCTTTGGTCTTCCTAAATTA
AGACAAAAGCAACATTTATAGCTATCCCTTCTACAAGTGGTACTGCAACGGAAGTAACCTGCATTTCTGTAATAA
CAGACTATAAAGCTAAAATTAATATCCTTTGGCTGACTTCAATTTAACACCAGATATAGCTATAATTGATCCAGT
ATTAGCTCAACAATGCCGCTAAATTAACCTGCACATACTGGAATGGATGCACCTACTCACGCTATTGAAGCATAT
GTTGCAGGACTTCATTCACTTTCTCGGACCCACTTGTATTCAAGCTATAGTCATGGTAAATCAATATTTAATTAA
ATCTTACAATGAAGATAAAGAAGCTAGGGATCAATGCAATTAAGTCAATGTTTAGCTGGAATGGCATTTTCAAA
TGCACTTCTTGAATAACTCAGATTTAGCACATAAAACAGGTGCAGTATCCATATCCCTCATGGATGTGCTAAT
GCAATATATCTTCTTATGTTATAGATTTCAATAAAAAAGCTTGTGCACCAAGATATGCTGATATAGCTAGGAGTC
TTAACTTCCAGGAAATACTGATGATGAATTAGTAGATTCATTAACATAATGATTAAAGATATGAACAAGAGTAT
GGATATTCCTTTGACATTAAGATTATGGAGTAGATGAAAAAGATTTAAAGATAGTGAAGATTTTATAGCTCA
TAATGCCGTATTAGTGCTGTACTGGATCAATCCTAGAAGCATAAATGATGCTGAAATGAAAAAGTTGTTAGA
ATACATCTATTATGGTAAAAAGGTTGATTTTAA

서열번호 102: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MARFTLPRIYFGENSLETKNLDGKAVIVVGGSMKRFGLDKVVDYLKEAGIESKLIIEGVEPDPSVETVMNGAKL
MREYGPDLIISIGGGSPIDAAMWIFYEYFEFTFKEAVVPFGLPKLRQKATFIAIPSTSGTATEVTAFSVITDYKAKIKYPL
ADFNLTPIAIIIDPVLQTMPPKLTAHTGMDALTHAIEAYVAGLHSVFSPLAIQAIMVNVQYLIKSYNEDKEARDQM
HLAQCLAGMAFSNALLGITHSLAHTGAVFHIPHGCAAIYLPYVIDFNKKACAPRYADIARSLKLPNTDDELVDLSLT
NMIKDMNKSMDIPLTLKDYGVDEKEFKDSEDFIAHNAVLDCTGNSNPRINDAEMKKLLEYIYYGKKVDF*

서열번호 103: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGGGAAGATTTACTTTGCCTAGGGATATTTACTTTGGTGAAAATGCCTTAGAAAATTTAAAAATTTAGATGGA
AATAAAGCAGTAGTTGTTGTAGGTGGAGGATCTATGAAGAGATTTGGGTTCTTAGCCAAAGTTGAAGAATACTTA
AAAGAAGCAGGTATGGAAGTTAAATTAATAGAAGGTGTTGAGCCTGATCCATCTGTTGATACTGTTATGAATGGT
GCTAAATAATGAGAGACTTTAATCCAGACTGGATAGTATCAATAGGTGGAGGATCTCCCATCGATGCTGCCAAA
GCAATGTGGATATTTATGAATACCCTGACTTTACATTTGAAAAAGCGGTAGTCCCTTTTGGGATTCTAAATTA
GGCAAAAGGCACATTTGTTGCTATACCTTCTACAAGTGAACAGCAACTGAAGTAACATCATTTTCTGTAATAAC
AGACTATAAAGCTAAAAATAAATATCCTCTTGAGATTTTAACTTACCCTGATATAGCTATAATAGATCCGCTC
TTGCAGAAAACATGCCTAAAAAGCTTACAGCACACTGGAATGGATGCACCTACTCACGCAATAGAAGCATATG
TGGCAAGTTTACATTGAGATTTCTCAGATCCACTTGCTATGCATGCTATAACCATGATTCATAAATATTTATTGAAA
TCCTATGAAGAAGATAAAGAAGCTAGGGGCCATATGCACATAGCCCAATGTCTAGCTGGAATGGCATTTTCAAAT
GCACTCCTTGAATAACTCATAGTATAGCACATAAACTGGCGCAGTATTCACATACCTCATGGGTGTGCTAATG
CCATATACTTACCTTATGTTATAGATTTTAAACAAGAAAGCTTGTTCAGAAAGATATGCTAAAAATAGCTAAAAAGCT
TCATCTATCAGGGAATAGTGAAGATGAATTAATAGATTCAATTAACAGAAATGATTTGTACTATGAATAAAAAAGAT
GGATATTCCTTCTACTATAAAGATTATGGTATAAGCGAAAACGATTTTAATGAAAACCTAGATTTTATAGCTCAC
AATGCTATGATGGATGCTGCACTGGATCTAATCCTAGAGCAATAACTGAGGAAGAAATGAAAAAGCTCTTGCA
GTATATGTATAATGGGCAAAAGGTTAATTTCTAG

도면54

서열번호 104: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MGRFTLPRDIYFGENALENLKNDGNKAVVVVGGGSMKRFGLAKVEEYLKEAGMEVKLIEGVDPSPVDTVMNGA
KIMRDFNPDWIVSIGGGSPIDAAMWIFYEYDPDFTFEKAVVPFGIPKLRQKAQFVAIPSTSGTATEVTSFVITDYKAKI
KYPLADFNLTPIAIIIDPSLAETMPKKLTAHTGMDALTHAIEAYVASLHSDFSPLAMHAITMIHKYLLKSYEEDKEARG
HMHIAQCLAGMAFSNALLGITHSIAHKTGAVFHIPHCANAIYLPYVIDFNKKACSERYAKIAKKLHLSGNSDELIDSLT
EMICTMNNKKMDIPLTIKDYGISEDNFNENLDFIAHNAMMDACTGSNPRAITEEEMKKLLQYMYNGQKVNF*

서열번호 105: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGATTTTTAAAACTAAACTTTTTGGGCAAACTTATGAATTTAAAAATATGAAGGAAGTATTGGCAAAAGCTAAT
GAAGAAAAATCGGGAGATGCTTTAGCTGGAATCATAGCAAAAAGTACAGCGGAGAGAGTTGCAGCAAAAGGTTG
TTTTGTCTGAAATAACTCTTGAGGAATTAAGGAATAATCCTGTAGTTCCTTATGAGGAGGATGAAGTAACAAGAG
TAATACAAGATATGATTGATAAGAAGCCTATAATAAAATCAAAGCTATGACAGTTGGCGAATTTAGAGAATTTA
TATTAATAATCAGAAGAAGCCGATATAAAAGAAATAAGAGATGGATTAACCTCTGAGATGATAGCAGGTGTAAC
AAGCTTATGAGTAATATGGACTTAGTATATGCTTCTAAAAAATAAGAAATATTGCTACTTGCAATACTACTATTG
GTGAAAAGGGGAACAGTCTCTCAAGACTTCAGCCTAATCATGCAGCAGATAGTATAGATGGAATTATGGCTTCTG
TAATGGAAGGGATAAGCTATGGTATAGGTGATGCTGTAATAGGTTTAAACCTGTAGTAGATACCATAGATAATA
TATCAGAGATTTTAAAAATTTAAGCAGTTCATGATAAAATGGGATATACCTACACAAAAATTGTACTTGCTCA
TATAACAACGCAATGGAGGCTTTAAAGAAAGGAGTTCTATGGATCTGATGTTCCAGAGTATAGCTGGTTCACA
AAAATCCAATAAAGGCTTTGGAATAAGTGTGAAGCTTATGGATGAAGCTTATGAACCTATGAAGGAAAAAAGA
GCTCCAAGGTCCTAATTTTATGATTTTGAACAGGCCAGGGTCTGAGCTTTCTCAGAAGGCCATAATGGAGG
AGATCAGCTTACAATGGAAGCAAGATGTTATGGTCTTGCAAAAAATATAATCCATTCTTGTAACCTCTGTGGTG
GGATTCATAGGACCAGAATATCTATATGATGGAAAACAAATTATAAGAGCAGGCTTAGAAGATCATTTTATGGGT
AAGTTAACAGGACTTCTATGGGTGTTGATGTATGTTATACAAACCATATGAAAGCAGATCAAAATGATTTGGAA
AATTTAGCATTACTCTTGCAGCAGCTGACTGTACTTATTTTATGGGTATACCTGGAGGAGATGACGTAATGCTTA
TGTATCAAACCTACCAGCTATCATGATGTAGCTTCTATCAGGGACATTATGCGTAAAAATCCTATAAAAGAATTTGA
AGAAAGAAATGGAAGCTCTAGGAATAATGAAAAATGGAAGGCTCACAGAAATAGCTGGTGATCCATCTATATTTA
TGATTTAG

서열번호 106: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MILKTKLFGQTYEFKNMKEVLAKANEKSGDALAGIIAKSTAERVAAKVVLSEITLEELRNPNPVVPEEDEVTRVIQDMI
DKEAYNKIKAMTVGEFREFILKSEEADIKEIRDGLTSEMIAGVTKLMSNMMDLVYASKKIRNIATCNTTIGEEKTVSSRLQP
NHAADSIDGIMASVMEGYSYGIGDAVIGLNPVVDIDNISEILKNFKQFMIKWDIPTQNCVLAHITTQMEALKKGVPM
DLMFQSIAGSQKSNKGFISVKLMDEAYELMKEKKSKGPNFMYFETGQGSELSSEGHNGADQLTMEARCYGLAKKY
NPFLVNSVVGFIGPEYLYDGKQIIRAGLEDHFMGKLTGLPMGVDVCYTNHMKADQNDLENLALLAAADCTYFMGIP
GGDDVMLMYQTTSYHDVASIRDIMRKNPIKEFEERMEALGIMKNGRLTEIAGDPSIFMI*

도면55

서열번호 107: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열:

ATGGAAAACCTTTATTTTTAAAAATGCTACAGAAATTATTTTTGGTAAGGATACCGAAGATCTGTAGGAAGTAAAGTAAAGGAGTATTCAAAGTCAGATAAAATCTCTTTGCTATGGGGGAGGAAGTATAAAGAGATCGGGCCTCTATGATAGAGTTATAAAGTCCCTAAAAGAAAATGGAATTGAATTTATAGAATCCAGGAATTAACCTAATCCAAGATTAGGACCTGTTAAAGAAGGTATAAGACTATGTAGAGAAAAATATAAAATTTGTACTATCTGTAGGAGGAGGAAGTTCAGCAGATACAGCTAAAGCTATTGCTGTAGGAGTACCTTATAAAGGAGATGTATGGGATTTTATACGGGCAAAAGCTGAAGTAAAGAGGCTCTTCCTGTAGGAGTTGTAATAACATTACCTGCTACAGGTACAGAATCTAGTATAGTTCTGTTATTGAATGAAGATGGTTGGTTTAAAAAAGGATTAAATACGGTACTTATAAGACCTGCTTTTTCAATTATGAATCCTGAACCTACTTTTACACTACCAGAATATCAAACCTGCTTGTGGTGCTTGTGACATTATGGCACATAAATGGAAAGATATTTACAATGTGAACATGTAGATTTAACTGATAGGCTTTCGGAAGCTGCACCTAGAAATGTTATAAATAATGCCCAATAGTTTTAAAAGATCCTAAAAATTATGATGCTAGGGCAGAAATTTATGTGGACTGGTACTATAGCTCATAATGATGTGCTTAGTACAGGTAGAATAGGTGATTGGGCTTCTCACAAAATTGAACATGAATTAA GTGGGGAAACAGATATTGCCCATGGAGCAGGACTTGCAATTGTATTTCTGTCATGGATGAAATATGTATATAAACATGATATCAATAGATTTGTACAATTTGCAGTAAGGGTATGGGATGTAGATTTATCTTATAGTTCCTGTGAAGATATGTACTTGAAGGCATAAAGAGAATGACAGCATTTTTCAAGAGCATGGGGTTACCTATAACTTTAAAGAAAGGAA GTATAGGAGAAGATAAAATTGAAGAAATGGCTAATAAGTGCCAGGATAATGAACCAAACTGTAGGACAATTTGTAACCTAAATAAAGATGATATTGTAAAAATATTAAATTTAGCTAGATAA

서열번호 108: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:

MENFIFKNATEIIFGKDTEDLVGSKVKKEYSKDKILFCYGGGSIKRSGLYDRVIKSLKENGIEFIELPGIKPNPRLGPVKEGIRLCRENNIKFVLVGGSSADTAKAIAVGVPYKGDVWDFYTGKAEVKEALPVGVVITLPATGTESSNSSVIMNEDGWFKKGLNTVLIRPAFSIMNPELFTLPEYQTACGACDIMAHIMERYFTNVKHVDLTDRLCEAALRNVINNAPIVLKDPKNYDARAEIMWTGTIAHNDVLSTGRIGDWASHKIEHELSGETDIAHGAGLAIVFPAWMKYVYKHDINRFVQFAVRVWDVDLSYSSCEDIVLEGIRRMATAFFKSMGLPITLKEGSIGEDKIEEMANKCTDNGTKTVGQFVKLNKDDIVKILNLAR*

서열번호 109: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 뉴클레오티드 서열:

ATGGAAGACAAGTTTGAAAATTTTAAATTTGAAATCCAAGATTTATTTTAAATAGGGAATCCATACAACCTTTAGAGCAGGTTACTGGCTCTCGAGCATTTATTGTTGCAGATGCCATTATGGGAAAACCTGGATATCTTCAAAAAGTAATAGATTCCTCAAGTAAAGCCGGAATAAGTTCGGTTGTTTTACGGGAGTACACCCTGATCCAGATGTCAATGTAATTGCAGATGCAATGAAATTGTACAACAAAAGCGATGCAGATGTTCTCGTTGCACTAGGTGGAGGCTCCAGCATTGATACCGCCAAAGGAATAATGTATTTGTCATGTAATTTAGGAAAAGCAATGGGCCAGGAAATGAAAAAGCCCCTGTTATTGCAATTCATCAACAAGTGGAACAGGCTCTGAAGTAACAACTTTACTGTTATTACTTCTCAGAAAAGAAAAGGTATGCATTGTAGATGATTTATTGCACCAGACGTTGCAATACTTGACTCTAGTTGTATTGATGGTCTGCCTCAACGTATTGTAGCAGATACTGGTATAGATGTTCTAGTTCTATTGAAGCCTATGTTTCAAAAAAGCAACTGACTTTACAGACGCTCTTGCTGAAAAGCAGTTAAATTGATTTTTGAGAATCTTCAAAAAATTTATAACGATAGTAAAGATTCGAAAGCTCGAGATCATGTTCAAACGCTTCTGTATAGCAGGAATAGCATTTACAAATGCTGGTCTTGGAATTAATCACAGCTTGGCTCATGCTATGGGTGGATCTTTTACATTCTCACGGCCGATCCAATGCATTTTACTTAATGCAGTAATGGAATACAATGCTAGCTTAGTGGGAAATGCAACGATCATGCTATGAAAAATACGCAAACTAGCATCAGTTCTACACCTTCCAGCTCGAACAACTCGTGAAGGCGCTGTAAGTTTTATCGAAGCTGTAATAAATTAATAAAATCCCTAGGTGTTGAAGATAATATTCGAGCTCTTGAATTAAAGAAGACGATTTTCAAGGTGCTCTAAATCATATGGCAGAAACAGCAATGCAAGATAGATGCACTCCAACATAATCTAGAAAACTTCTAAAGAAGAACTGATACATATTTATCAAAAAATGCTATTAA

도면56

서열번호 110: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 부탄올 탈수소효소의 아미노산 서열:
MEDKFENFNLSKIYFNRESIQLEQVTGSRAFIVADAIMGKLGYLQKVIDSLKAGISSVVFTGVHPDPDVNVADAMK
LYNKSDADVLVALGGSSIDTAKGIMYFACNLGKAMGQEMKKPLFIAPSTSGTGSEVTNFTVITSQKEKVCIVDDFIAP
DVAILDSSCIDGLPQRIVADTGIDVLVHSIEAYVSKKATDFTDALAEKAVKLIFENLPKIYNDSKDSEARDHVQNASCIAGI
AFTNAGLGINHSLAHAMGGSFHIPHGRSNALLNAVMEYNASLVGNANDHAMEKYAKLASVLHLPARTTREGAVSFI
EAVNKLKISLGVEDNIRALGIKEDDFQGALNHMAETAMQDRCTPTNPRKPSKEELIHQKCY*

서열번호 111: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 뉴클레오티드 서열:
ATGGAAAAATTTGGAATAAGGCAAAGGAAGACAAAAAAGATTGCTTAGCTGAAGGAGAAGAAAGAAAGAA
CTCTTCAAGCTTGTGAAAAATAATTAAGAAGGTATTGCAAATTTAATCCTTGTAGGGAATGAAAAGTAATAG
AGGAGAAGGCATCAAAATTAGCGTAAGTTTAAATGGAGCAGAAATAGTAGATCCAGAAACCTCGGATAAACTA
AAAAATATGCAGATGCTTTTTATGAATTGAGAAAGAAGAAGGGAATAACACCAGAAAAAGCGGATAAAATAGT
AAGAGATCCAATATATTTTGTACGATGATGGTTAAGCTTGGAGATGCAGATGGATTGGTTTCAGGTGCAGTGCA
TACTACAGGTGATCTTTTGAGACCAGGACTTCAAATAGTAAAGACAGCTCCAGGTACATCAGTAGTTCCAGCAC
ATTTATAATGGAAAGTACCAAAATTTGTAATATGGTGACAATGGTGACTTCTATTTGCTGATTGTCTGTAAATCCA
TGCCAGATAGTGATCAATTGGCTTCAATTGCAATAAGTACAGCAGAACTGCAAGAATTTATGTGGAATGGAT
CCAAAAGTAGCAATGCTTTTCTACTAAGGGAAGTGCAAAACACGAATTAGTAGATAAAGTTAGAAATGCT
GTAGAAATGGCAAAAAAGCTAAACCAGATTTAAGTTTGGACGGAGAATTACAATTAGATGCCTCTATCGTAGAA
AAGGTTGCAAGTTTAAAGGCTCCTGAAAGTGAAAGTAGCAGGAAAGCAAAATGTAATTGTAATTCAGATCTCCTAA
GCAGGAAATATAGGTTATAAAGTTTCAAGATTTGCAAAAGCTGATGCTATAGGACCTGTATGCCAGGGATTT
GCAAAACCTATAAATGATTGTCAAGAGGATGTAACCTCCGATGATATAGTAAATGTAGTAGCTGTAACAGCAGTT
CAGGCACAAGCTCAAAAGTAA

서열번호 112: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 포스페이트 아세틸/부티릴 전달효소의 아미노산 서열:
MEKIWNKAKEDKKIVLAEGEEERTLQACEKIIKEGIANLILVGNKEVIEEKASKLGVSLNGAEIVDPETSDKLKKYADAFY
ELRKKKGITPEKADKIVRDPYFATMMVKLGADGLVSGAVHTTGDLRLPGLQIVKTPAGTSVVSSTFIMEVNPCEYGD
NGVLLFADCAVNPDPDQLASIAISTAETAKNLGMDPKVAMLSFSTKGSAKHELVDKVRNAVEIAKKAKPDLSDG
ELQLDASIVEKVASLKAPSEVAGKANVLVFPDLQAGNIGYKLVQRFKADAIGPVCQGFAPKINDLSRGCSDDIVNV
VAVTAVQAQAQK*

Seq. ID 113: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 뉴클레오티드 서열:
ATGAAAATATTAGTAGTAACTGTGGAAGTTTATCTTTAAAAATATCAACTTATTGATATGAAAGATGAAAGCGTT
GTGGCAAAAGGACTTGTAGAAAGATAGGAGCAGAAGGTTTCACTTTTAAACACATAAAGTTAACGGAGAAAAGTT
TGTTACAGAGCAGCCAATGGAAGATCATAAAGTTGCTATACAATTAGTATTAATGCTCTTGTAGATAAAAAACA
TGGTGTAATAAAAGATATGTCAGAAATATCTGCTGTAGGGCATAGAGTTTGCATGGTGGAATAAATATGCGG
CATCCATTCTTATTGATGACAATGTAATGAAAGCAATAGAAGAATGATTCCATTAGGACCATTAACATAATCCAGC
TAATATAATGGGAATAGATGCTTGTAAAAAACTAATGCCAAATCTCCAATGGTAGCAGTATTTGATACAGCATTT
CATCAGACAATGCCAGATTATGCTTATCTTATGCAATACCTTATGATATATCTGAAAAGTATGATATCAGAAAAAT
ATGGTTTTCATGGAACTTCTCATAGATTCGTTTCAATTGAAGCAGCCAAGTTGTTAAAGAAAGATCCAAAAGATCT
TAAGCTAATAAAGTTGTCATTTAGGAAATGGAGCTAGTATATGTGAGTAAACCAGGGAAAAGCAGTAGATACAA
CTATGGGACTTACTCCCTTGCAGGACTTGAATGGGAACTAGATGTGGTGATATAGATCCAGCTATAATACCATT
TGTAATGAAAAGAACAGGTATGCTGTAGATGAAATGGATACTTTAATGAACAAAAGTCAGGAATACTTGGAG
TATCAGGAGTAAGCAGCGATTTTAGAGATGTAGAAGAAGCTGCAAAATTCAGGAAATGATAGAGCAAACTTGCA
TTAAATATGTATTACAAAAGTTAAATCTTTCATAGGAGCTTATGTTGCAGTTTAAATGGAGCAGATGCTATAA
TATTTACAGCAGGACTTGGAGAAAATTCAGCTACTAGCAGATCTGCTATATGAAGGGATTAAGCTATTTTGGAA
TTAAATAGATGAAGAAAAGAAATAGAAAAGGGGAGAAGCACTAGAAATAAGCACACCTGATTCAAAGATAAAA
AGTATTAGTAATTCACAAATGAAGAACTTATGATAGCTAGGGATACAAAAGAAATAGTTGAAAATAAATAA

도면57

서열번호 114: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 아세테이트/부티레이트 인산화효소의 아미노산 서열:

MKILVVCSSSLKYQLIDMKDESIVAKGLVERIGAEGSVLTHKVNGEKVFTEQPMEDHKVAIQLVNLALVDKKHGV
KDMSEISAVGHRVHLGGKKYAAASILIDNVMMKAIEECIPLGPHNPANIMGIDACKKLMPNTPMVAVFDTAFHQTMP
DYAYTVAIPYDISEKYDIRKYGFHGTSHRFVSIEAAKLLKDPKDLKLITCHLGNNGASICAVNQGKAVDTTMTGLTLAGLV
MGTRCGDIDPAIIPFVMKRTGMSVDEMDTLMNKKSGILGVSGVSSDFRDVEEAANSNDRAKLALNMYYHKVKSFI
GAYVAVLNGADAIIFTAGLGENSATRSRAICKGLSYFGIKIDEENKKRGEALEISTPDSKIKVLVPTNEELMIARDTKEIV
ENK*

서열번호 115: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGTACGGATATAATGGTAAGGTATTAAAGAAATTAATCTAAGTAGTAAACTTATATAGTGGAAGAATTGAAAATT
GACAAAGCTAAAAAATTTATAGGTGCAAGAGGTTTAGGCGTAAAAACCTTATTTGACGAAGTAGATCCAAAGGT
AGATCCATTATCACCTGATAACAAATTTATTATAGCAGCGGACCACCTTACAGGTGCGCCTGTTCCAACAAGCGG
AAGATTCATGGTAGTTACTAAATCACCTTTAACAGGAACTATTGCTATTGCAAAATTCAGGTGGAATAATGGGAGC
AGAATTCAAAGCAGCTGGATACGATATGATAATCGTTGAAGGTAAATCTGATAAAGAAGTTTATGTAATATAGT
AGATGATAAAGTAGAATTTAGGGATGCTTCTCATGTTTGGGAAAACTAACAGAAGAACTACAAAAATGCTTCA
ACAGGAAACAGATTGAGAGCTAAGGTTTATGTCATAGGACCAGCTGGGAAAAATATCACTTATGGCAGCAG
TTATGAATGATGTTGATAGAACAGCAGGACGTGGTGGTGTGGAGCTGTTATGGGCTCAAAGAACTTAAAGCT
ATTGTAGTTAAAGAAAGCGGAAAGTAAATTTATTTGATGAGCAAAAGTGAAAGAAGTAGCACTTGAGAAAAAC
AAATATTTTAAAGAAAGTCCAGTGGTGGAGGACTTCCAACATACGGAACAGCTGTACTTGTATTAATTAT
AAATGAAAAATGGCGTACATCCAGTAAAAATTTCCAAAAATCTTATACAGATCAGGCAGATAAGATCAGTGGAG
AAACTTTAACTAAAGATTGCTTAGTTAGAAAAATCCTTGCTATAGGTGTCCAATTGCCTGTGGAAGATGGGTAA
AACTTGATGATGGAAGTGAATGTGGAGGACCAGAATATGAACATTATGGTCAATTTGGATCTGATTGTGATGAT
ACGATATAAATGCTGTAAATACAGCAAAATATGTTGTGAATGAATATGGATTAGATACCATTACAGCAGGATGTA
CTATTGCAGCAGCTATGGAACCTTATCAAGAGGTTATATTAAGGATGAAGAAATAGCAGCAGATGGATTGTCAC
TTAATTGGGGAGATGCTAAGTCCATGGTTGAATGGGTAAAGAAATGGGACTTAGAGAAGGATTTGGAGACAA
GATGGCAGATGGTTCATACAGACTTTGTGACTCATACGGTGTACCTGAGTATTCAATGACTGTAAAAACAAGA
AATCCCAGCATATGACCAAGAGGAATACAGGGACATGGTATAACTTATGCTGTTAACAATAGGGGAGGGTGTG
ATATTAAGGGATATATGTAAGCCCTGAAATACTTGGTTATCCAGAAAACTTGATAGACTTGCAGTGGAAGGAA
AAGCAGGATATGCTAGAGTATTCATGATTTAACAGCTGTTATAGATTCACTTGGATTATGTATTTTACAACATTT
GGTCTTGGTGACAGGATTATGTTGATTTGTATAATGCAGTAGTTGGTGAGAAATTACATGATGTAGACTCTTTA
ATGTTAGCTGGAGATAGAATATGGAACCTTGAAGAAAAATTTAACTTAAAGGCAGGCATAGATAGTTACAGGAT
ACTCTTCCAAAGAGATTGCTTGAGGAACAGTCCAGAAGGACCATCAAAAGGAGAGATTATAGATTAGATGTA
CTTCTTCTGAATATTATTCAGTACGTGGATGGGATAAAATGGTATACCTACAGAGGAAACGTTAAAGAAATTA
GGATTAGATGAATATGATAGGTAAGTTTAA

서열번호 116: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:

MYGYNGKVLRLNLSKTYIVEELKIDAKKFIGARGLVKTLFDEVDPKVDPLSPDNKFIIAAGPLTGAPVPTSGRFMVT
KSPLTGTIAIANSNGGWGAEFKAAGYDMIIIEGKSDKEVYVNIIVDDKVEFRDASHVWGKLTETTKMLQKETDSRAK
VLCIGPAGEKLSLMAAVMNDVDRTAGRGGVGAVMGSKNLKAIVVKGSGKVKLFDEQKVKEVALEKTNILRKDPVAG
GGLPTYGTAVLVNIINENGVPVKNFQKSYTDQADKISGETLTKDCLVRKNPCYRCPACGRWVKLDDGTECGGPEYE
TLWSFGSDCDVYDINAVNTANMLCNEYGLDTITAGCTIAAAMELYQRGYIKDEEIAADGLSLNWGDAKSMVEVWVK
MGLREGFGDKMADGSYRLCDSYGVPEYSMTVKKQEIIPAYDPRGIQGHGITYAVNNRGGCHIKGYMVSPEILGYPEKL
DRLAVEGKAGYARVFDHLDTAVIDSLGLCIFTTFGLGAQDYVDLYNAVVGELHDVDSLMLAGDRIWLTLEKIFNLKAGID
SSQDTLPKRLLPEPVGPSKGEIHRDLVLLPEYYSVRGWDKNGIPTETLKKLGLDEVVGKF*

도면58

서열번호 117: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 뉴클레오타이드 서열:

ATGTATGGTTAATGGTAAAGTATTAAAGAAATTAATTTAAAGAAAGAACTTGCAATCAGAAAATTTAGATTTAGATAAAGC
TAAAAAGTTTATAGGCTGTAGGGGACTAGGTGTTAAAACCTTTATTTGATGAAATAGATCCTAAAATAGATGCATTATCACCAG
AAAATAAATTTATAATTGTAACAGGTCCGTTAACTGGAGCTCCAGTTCCAACCTAGTGGAGGTTTATGGTAGTTACTAAAAGCA
CCGCTTACAGGAAGTATAGGAATTTCAAATTCGGGTGGAAAATGGGGAGTAGACTTGAAAAAAGCTGGCTGGGATATGATA
ATAGTAGAGGATAAGGCTGATTCACCACTTTACATTGAAATAGTAGATGATAAAGTAGAAATTAAGATGCGTCACAGCTTT
GGGGAAAAGTTACATCAGAACTACAAAAGAGTTAGAAAAGATAAAGTGAAGTATGATCAAAGGTATTATGTATAGGACCTG
CTGGTGAAAGATTGTCCTTTATGGCAGCAGTTATGAATGATGTAGATAGAACTGCAGCAAGAGGCGGCGTTGGTGCAGTTAT
GGGATCTAAAAACTTAAAGCTATTACAGTTAAAGGAACTGGAAAAATAGCTTTAGCTGATAAAGAAAAAGTAAAAAAGTG
TCCGTAGAAAAAATTACAACATTAAAAAATGATCCAGTAGCTGGTCAGGGAATGCCAATTTATGGTACAGCTACTCGTTAA
TATAATAAATGAAAAATGGAGTTCATCCTGTAAATAATTTCAAGAATCTTATACGGATCAAGCAGATAAAATAAGTGGAGAGA
CTCTTACTGCTAACCAACTAGTAAGGAAAAATCCTTGTACAGCTGTCTATAGGTTGTGGAAGATGGGTAGACTAAAAGAT
GGTACAGAGTGCAGGAGGACCGGAGTATGAAACACTGTGGTGTTCGGCTCTGACTGTGGTTCATATGATTTAGATGCTATAA
ATGAAGCTAATATGTTATGTAATGAATATGGTATTGATACTATTACCTGTGGTGCAACAATGCTGCAGCTATGGAACCTTTATC
AAAGAGGATATGTAAGAGATGAAGAAATAGCCGGAGATAACCTATCTCTCAAGTGGGGAGATACGGAGTCTATGATTGGCT
GGATAAAGAAAAATGGTATATAGTGAAGGCTTTGGAGCAAGATGACAAATGGTTCATATAGGCTTTGTGAAGGTTATGGAG
TACCTGAGTATTCTATGACAGTTAAAAAGCAAGAAATTCAGCATATGATCCAAGGGGAATACAGGGACATGGTATTACCTAT
GCAGTTAATAATAGAGGAGGATGTCATATTAAGGGATATATGATTAATCCTGAATATTAGGTTATCCGGAAAAAAGCTTGATA
GATTGTCATTAGATGGTAAAGCAGCCTATGCCAAAATGATGCATGATTTAACTGCTGTAATTGATCTTTAGGATTGTGCATAT
TCACTACATTTGGGCTTGAATACAGGATTATGTAGATATGTATAATGCAGTAGTAGGAGAACTACTTGTGATTCAGATTCA
CTATTAGAGGCAGGAGATGAGTATGGACTTTGAAAAATTTAATCTTGACAGCTGGAATAGACAGCAGCCAGGATACCTC
TACCAAGAGATTGTGTAAGAAGAACCTATTCAGATGGTCCATCAAGGGACACGTTTATAGGCTAGATGTTCTTCTGCCAGAA
TATTACTCAGTACGAGGATGGAGTAAAGAGGGTATACCTACAGAAAGAACATTAAAGAAATTAGGATTAGATGAATATATAG
GTAAGTTCTAG

서열번호 118: 클로스트리디움 라그스달레이로부터의 알데하이드:페레독신 산화환원효소의 아미노산 서열:

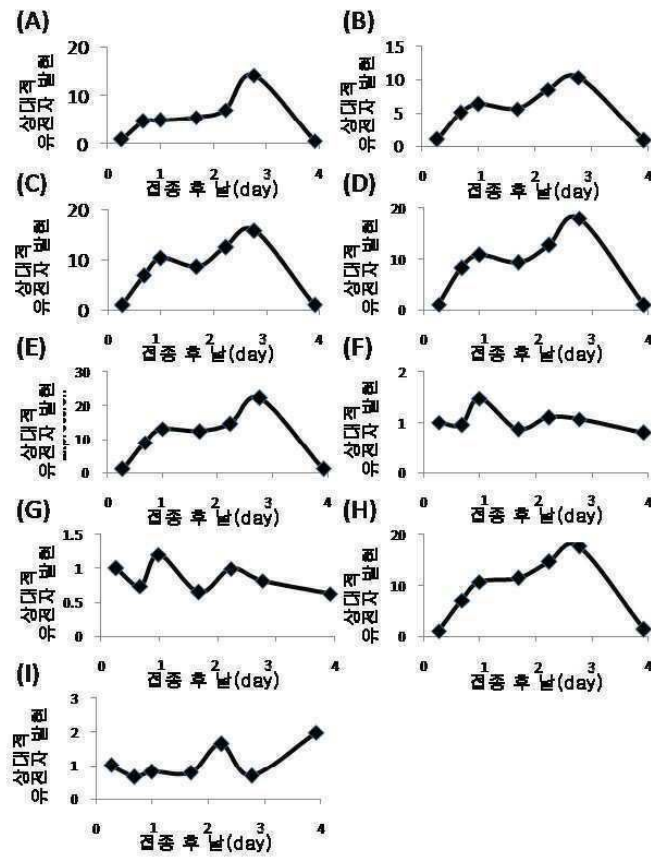
MYGYNGKVLRLNKERTCKSENLDLDAKAKFICRGLGVKTLFDEIDPKIDALSPENKFIIVTGPLTGAPVPTSGRFMVVTKAPLTGTI
GISNSGGKWGVDLKKAGWDMIIVEDKADSPVYIEIVDDKVEIKDASQLWGKVTSETTKELEKITENRSKVLICGAGERLSLMAAV
MNDVDRTAARGGVGAVMGSKNLKAITVKGTGKIALADKEKVKVSVEKITLKNDPVAGQGMPTYGTAILVNIINENGVHVPVNN
FQESYTDQADKISGETLTANQLVRKNPCYSCPIGCGRWVRLKDGTECGGPEYETLWCFGSDCGSYDLDAINEANMLCNEYGIDTIT
CGATIAAAMELYQRGYVKDEIAGDNLKSLKWDGTESMIGWIKMVMYSEGFAGKMTNGSYRLCEGYGVPEYSMTVKQEIAPYDP
RGIQGHGITYAVNNRNGGCHIKGYMINPEILGYPEKLDRLFALDGKAAKMMHDLTAVIDSLGLCIFTTFGLGIQDYVDMYNAVVGGE
STCDSDSLLEAGDRVWTELEKFLNLAAGIDSSQDTLPKRLLPEIPDGPSKGVHVRDLVLLPEYYSVRGWSKEGIPTEETLKKLGLDEYI
GKF*

도면59

서열번호 136: 클로스트리디움 톱달리의 16S rRNA 유전자 (CP001666.1, GI:300433347)

TTAAATTAAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGACGAACGCTGGCGGCGTGCTTAACACATGCAAGTCGAGCGATGAAGCTCCTTC
GGGAGTGGATTAGCGGGCGAGGGGTGAGTAACACGTGGGTAACTACCTCAAAGAGGGGGATAGCCTCCCGAAAGGGAGAG
TTAATACCGCATATAATCAGTTTTCACATGGGAGACTGATTTAAAGGAGTAATCCGCTTTGAGATGGACCCGCGGCGCATTAG
CTAGTTGGTAGGGTAACGGCCTACCAAGGCGACGATGCGTAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACATTGGAAGTGAAGAG
ACGGTCCAGACTCCTACGGGAGGCGAGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCAACGCCGCGTGAGT
GAAGAAGGTTTTCGGATTGTAAGCTCTGTCTTTGGGACGATAATGACGGTACCCAAGGAGGAAGCCACGGCTAACTACGT
GCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGTGGCGAGCGTTGTCCGGAATTACTGGGCGTAAAGAGTGCCTAGGCGGATATTTAAG
TGAGATGTGAATAACCCGGGCTTAACCCGGGCACTGCATTTCAAAGTGGATATCTAGAGTGCGGGAGAGGAGAATGGAATT
CCTAGTGTAGCGGTGAATGCGTAGAGATTAGGAAGAACCAGTGGCGAAGGCGATTCTCTGGACCGTAAGTACGCGCTGA
GGCAGCAAAAGCGTGGTAGCAAAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCACGCCGTAACAGATGAGTACTAGGTGTAGGAGGT
ATCGACCCCTTCTGTGCCGAGTAAACACAATAAGTACTCCGCTGGGAAGTACGATCGCAAGATTAAAACTCAAAGGAATT
GACGGGGGCCCCACAAGCAGCGGAGCATGTGGTTTAATTCGAAGCAACGCAAGAACCTTACCTGGACTTGACATACCCCT
GAATATCTTAGAGATAAGAGAAGCCCTTCGGGGCAGGGATACAGGTGGTGCATGGTTGTGTCGTCAGCTCGTGTGAGATG
TTAGGTTAAGTCTGCAACGAGCGCAACCCCTGTTGTTAGTTGCTAACATTTAGTTGAGCACTAGCAAGACTGCGCGGTT
AACCGGAGGAAGGTGGGATGACGTCAAATCATCATGCCCTTATGTCCAGGGCAACACACGTGCTACAATGGGCAGTAC
AGAGAGAAGCAAGACCGCAAGGTGGAGCAAACTCAAAAACCTGCCCCAGTTCCGATTGCAGGCTGAAACTCGCCTACATG
AAGTTGGAGTTGCTAGTAATCGCGAATCAGAATGTGCGGTGAATACGTTCCCGGGCTTGTACACACCGCCGTCACACCAT
GAGAGCTGGCAACCCGAAGTCCGTAGTCTAACTTAGGAGGACGCGGCCGAAGGTGGGGTAGTAATTGGGGTGA

도면60



서열목록

SEQUENCE LISTING

- <110> LanzaTech New Zealand Limited
- KOEPKE, Michael
- LIEW, FungMin
- <120> RECOMBINANT MICROORGANISM AND METHODS OF PRODUCTION THEREOF
- <130> 508747USPR
- <140> 13/049263
- <141> 2012-01-06
- <150> US 61/405,871
- <151> 2010-10-22
- <160> 135
- <170> PatentIn version 3.5
- <210> 1
- <211> 1179

<212> DNA

<213> Clostridium acetobutylicum

<400> 1

atgaaagaag ttgtaatagc tagtgcagta agaacagcga ttggatctta tggaaagtct	60
cttaaggatg taccagcagt agatttagga gctacagcta taaaggaagc agttaaaaaa	120
gcaggaataa aaccagagga tgtaaatgaa gtcatttttag gaaatgttct tcaagcaggt	180
ttaggacaga atccagaagc acaggcatct tttaaagcag gattaccagt tgaaattcca	240
gctatgacta ttaataaggt ttgtggttca ggacttagaa cagttagctt agcagcacia	300
attataaaag caggagatgc tgacgtaata atagcaggtg gtatggaaaa tatgtctaga	360
gctccttact tagcgaataa cgctagatgg ggatatagaa tgggaaacgc taaatttggt	420
gatgaaatga tcaactgacgg attgtgggat gcatttaatg attaccacat gggaataaca	480
gcagaaaaca tagctgagag atggaacatt tcaagagaag aacaagatga gtttgctctt	540
gcacacaaaa aaaaagctga agaagctata aaatcaggtc aatttaaaga tgaaatagtt	600
cctgtagtaa ttaaaggcag aaaggagaga actgtagttg atacagatga gcaccctaga	660
tttggatcaa ctatagaagg acttgcaaaa ttaaaacctg ctttcaaaaa agatggaaca	720
gttacagctg gtaatgcatc aggattaaat gactgtgcag cagtacttgt aatcatgagt	780
gcagaaaaag ctaaagagct tggagtaaaa ccacttgcta agatagtttc ttatggttca	840
gcaggagttg acccagcaat aatgggatat ggacctttct atgcaacaaa agcagctatt	900
gaaaaagcag gttggacagt tgatgaatta gatttaatag aatcaaatga agcttttgca	960
gctcaaagtt tagcagtagc aaaagattta aaatttgata tgaataaagt aaatgtaaat	1020
ggaggagcta ttgcccttgg tcatccaatt ggagcatcag gtgcaagaat actcgttact	1080
cttgtacacg caatgcaaaa aagagatgca aaaaaaggct tagcaacttt atgtataggt	1140
ggcggacaag gaacagcaat attgctagaa aagtgctag	1179

<210> 2

<211> 849

<212> DNA

<213> Clostridium acetobutylicum

<400> 2

atgaaaaagg tatgtgttat aggtgcaggt actatgggtt caggaattgc tcaggcattt	60
gcagctaaag gatttgaagt agtattaaga gatattaaag atgaatttgt tgatagagga	120
ttagatttta tcaataaaaa tctttctaaa ttagttaaaa aaggaaagat agaagaagct	180

actaaagttg aaatcttaac tagaatttcc ggaacagttg accttaatat ggcagctgat	240
tgcgatttag ttatagaagc agctgttgaa agaattgata ttaaaaagca gatttttgct	300
gacttagaca atatatgcaa gccagaaaca attcttgcat caaataacatc atcactttca	360
ataacagaag tggcatcagc aactaaaaga cctgataagg ttataggtat gcattttctt	420
aatccagctc ctgttatgaa gctttagag gtaataagag gaatagctac atcacaagaa	480
acttttgatg cagttaaaga gacatctata gcaataggaa aagatcctgt agaagtagca	540
gaagcaccag gatttgtgt aaatagaata ttaataccaa tgattaatga agcagttggt	600
atattagcag aaggatagc ttcagtagaa gacatagata aagctatgaa acttgagct	660
aatcaccaa tgggaccatt agaattaggt gattttatag gtcttgatat atgtcttgct	720
ataatggatg tttatactc agaaactgga gattctaagt atagaccaca tacattactt	780
aagaagtatg taagagcagg atggcttgga agaaaatcag gaaaaggttt ctacgattat	840
tcaaaataa	849
<210> 3	
<211> 786	
<212> DNA	
<213> Clostridium acetobutylicum	
<400> 3	
atggaactaa acaatgtcat ccttgaaaag gaaggtaaag ttgctgtagt taccattaac	60
agacctaaag cattaaatgc gttaaatagt gatacactaa aagaaatgga ttatgttata	120
ggtgaaattg aaaatgatag cgaagtactt gcagtaattt taactggagc aggagaaaaa	180
tcattttagt caggagcaga tatttctgag atgaaggaaa tgaataccat tgaaggtaga	240
aaattcggga tacttgaaa taaagtgttt agaagattag aacttcttga aaagcctgta	300
atagcagctg ttaatggttt tgctttagga ggcggatgcg aaatagctat gtcttggat	360
ataagaatag cttcaagcaa cgcaagattt ggtcaaccag aagtaggtct cggaataaca	420
cctggttttg gtggtacaca aagactttca agattagttg gaatgggcat ggcaaagcag	480
cttatattta ctgcacaaaa tataaaggca gatgaagcat taagaatcgg acttgtaaat	540
aaggtagtag aacctagta attaatgaat acagcaaaag aaattgcaa caaattgtg	600
agcaatgctc cagtagctgt taagttaagc aaacaggcta ttaatagagg aatgcagtgt	660
gatattgata ctgctttagc atttgaatca gaagcatttg gagaatgctt ttcaacagag	720
gatcaaaagg atgcaatgac agctttcata gagaaaagaa aaattgaagg cttcaaaaat	780
agatag	786

<210> 4

<211> 1140

<212> DNA

<213> Clostridium acetobutylicum

<400> 4

atggatttta atttaacaag agaacaagaa ttagtaagac agatggttag agaatttgct	60
gaaaatgaag ttaaacctat agcagcagaa attgatgaaa cagaaagatt tccaatggaa	120
aatgtaaaga aaatgggtca gtatggatg atgggaattc cattttcaaa agagtatggt	180
ggcgcagggtg gagatgtatt atcttatata atcgccgttg aggaattatc aaaggtttgc	240
ggtactacag gagtatttct ttcagcacat acatcacttt gtgcttcatt aataaatgaa	300
catggtacag aagaacaaaa acaaaaatat ttagtacctt tagctaaagg tgaaaaata	360
ggtgcttatg gattgactga gccaaatgca ggaacagatt ctggagcaca acaaacagta	420
gctgtacttg aaggagatca ttatgtaatt aatggttcaa aaatattcat aactaatgga	480
ggagtgtcag atacttttgt tatatttgca atgactgaca gaactaaagg aacaaaaggt	540
atatcagcat ttataataga aaaaggcttc aaaggtttct ctattggtaa agttgaacaa	600
aagcttggaa taagagcttc atcaacaact gaacttgtat ttgaagatat gatagtacca	660
gtagaaaaca tgatttgtaa agaaggaaaa ggcttccta tagcaatgaa aactcttgat	720
ggaggaagaa ttggtatagc agctcaagct ttaggtatag ctgaaggtgc tttcaacgaa	780
gcaagagctt acatgaagga gagaaaacaa ttggaagaa gccttgacaa attccaaggt	840
cttgcattgga tgatggcaga tatggatgta gctatagaat cagctagata tttagtatat	900
aaagcagcat atcttaacaa agcaggactt ccatacacag ttgatgctgc aagagctaag	960
cttcattgctg caaatgtagc aatggatgta acaactaagg cagtacaatt atttggtgga	1020
tacggatata caaaagatta tccagttgaa agaattgatga gagatgctaa gataactgaa	1080
atataatgaag gaacttcaga agttcagaaa ttagttatctt caggaaaaat ttttagataa	1140

<210> 5

<211> 1011

<212> DNA

<213> Clostridium acetobutylicum

<400> 5

atgaataaag cagattacaa gggcgtatgg gtgtttgctg aacaaagaga cggagaatta	60
caaaagggtat cattggaatt attaggtaaa ggtaaggaaa tggctgagaa attaggcgtt	120
gaattaacag ctgttttact tggacataat actgaaaaaa tgtcaaagga tttattatct	180

catggagcag ataaggtttt agcagcagat aatgaacttt tagcacattt ttcaacagat 240
ggatatgcta aagtatatg tgatttagtt aatgaaagaa agccagaaat attattcata 300
ggagctactt tcataggaag agatttagga ccaagaatag cagcaagact ttctactggt 360

ttaactgctg attgtacatc acttgacata gatgtagaaa atagagattt attggctaca 420
agaccagcgt ttggtggaat ttgatagct acaatagttt gttcagacca cagaccacaa 480
atggctacag taagacctgg tgtgtttgaa aaattacctg ttaatgatgc aaatgtttct 540
gatgataaaa tagaaaaagt tgcaattaaa ttaacagcat cagacataag aacaaaagtt 600
tcaaaagttg ttaagcttgc taaagatatg gcagatatcg gagaagctaa ggtattagtt 660
gctgggtgta gaggagtgg aagcaaagaa aactttgaaa aacttgaaga gttagcaagt 720
ttacttgggt gaacaatagc cgcttcaaga gcagcaatag aaaaagaatg ggttgataag 780

gaccttcaag taggtcaaac tggtaaaact gtaagaccaa ctctttatat tgcattgtgt 840
atatcaggag ctatccagca tttagcaggt atgcaagatt cagattacat aattgctata 900
aataaagatg tagaagcccc aataatgaag gtagcagatt tggctatagt tggatgatga 960
aataaagttg taccagaatt aatagctcaa gttaaagctg ctaataatta a 1011

<210> 6
<211> 780
<212> DNA
<213> Clostridium acetobutylicum
<400> 6

atgaatatag ttgtttgttt aaaacaagtt ccagatacag cggaagttag aatagatcca 60
gttaagggaa cacttataag agaaggagtt ccatcaataa taaatccaga tgataaaaac 120

gcacttgagg aagctttagt attaaaagat aattatgggt cacatgtaac agttataagt 180
atgggacctc cacaagctaa aaatgcttta gtagaagctt tggctatggg tgctgatgaa 240
gctgtacttt taacagatag agcatttggg ggagcagata cacttgcgac ttcacataca 300
attgcagcag gaattaagaa gctaaaatat gatatagttt ttgctggaag gcaggctata 360
gatggagata cagctcaggt tggaccagaa atagctgagc atcttggat acctcaagta 420
acttatgttg agaaagtga agttgatgga gatactttaa agattagaaa agcttgggaa 480
gatggatatg aagtgttgga agttaagaca ccagttcttt taacagcaat taaagaatta 540

aatgttccaa gatatatgag ttagaataaa atattcggag catttgataa agaagtaaaa 600
atgtggactg ccgatgatat agatgtagat aaggctaatt taggtcttaa aggttcacca 660
actaaagtta agaagtcatc aactaaagaa gttaaaggac agggagaagt tattgataag 720

cctgttaagg aagcagctgc atatgttgc tcaaaattaa aagaagaaca ctatatTTAA 780

<210> 7

<211> 498

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 7

gagcgccgc aatatgatat ttatgtccat tgtgaaaggg attatattca actattattc 60

cagttacgtt catagaaatt ttcctttcta aaatatTTTA ttccatgtca agaactctgt 120

ttatttcatt aaagaactat aagtacaaag tataaggcat ttgaaaaaat aggctagtat 180

attgattgat tatttatttt aaaatgccta agtgaaatat atacatatta taacaataaa 240

ataagtatta gtgtaggatt tttaaataga gtatctattt tcagattaaa tttttgatta 300

tttgatttac attatataat attgagttaa gtattgacta gcaaaatttt ttgatacttt 360

aatttgtgaa atttcttattc aaaagttata tttttgaata attttattg aaaaatacaa 420

ctaaaaagga ttatagtata agtgtgtgta attttgtgtt aaatttaaag ggaggaaatg 480

aacatgaaac atatggaa 498

<210> 8

<211> 28

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> Synthetic primer

<400> 8

gagcgccgc aatatgatat ttatgtcc 28

<210> 9

<211> 28

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 9

ttccatattg ttcatgttca tttcctcc 28

<210> 10

<211> 26

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer	
<400> 10	
gttcatatga aagaagttgt aatagc	26
<210> 11	
<211> 25	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 11	
caagaattcc tagcactttt ctagc	25
<210> 12	
<211> 27	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 12	
aaggtacctt aggaggatta gtcattg	27
<210> 13	
<211> 30	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 13	
gaggatccgg attcttgtaa acttattttg	30
<210> 14	
<211> 2963	
<212> DNA	
<213> Escherichia coli	
<400> 14	
cctgcaggat aaaaaaattg tagataaatt ttataaaata gttttatcta caattttttt	60
atcaggaaac agctatgacc gcggccgctg tatccatatg accatgatta cgaattcgag	120
ctcggtagcc ggggatcctc tagagtcgac gtcacgcgtc catggagatc tcgaggcctg	180
cagacatgca agcttggcac tggccgtcgt ttacaacgt cgtgactggg aaaaccctgg	240

cgttacccaa cttaatcgcc ttgcagcaca tcccccttc gccagctggc gtaatagcga 300
agaggccgc accgatcgcc cttcccaaca gttgcgcagc ctgaatggcg aatggcgcta 360

gcataaaaat aagaagcctg catttgcagg cttcttattt ttatggcgcg ccgcattcac 420
ttcttttcta tataaatatg agcgaagcga ataagcgtcg gaaaagcagc aaaaagtttc 480
ctttttgctg ttggagcatg ggggttcagg ggggtgcagta tctgacgtca atgccgagcg 540
aaagcgagcc gaagggtagc atttacgtta gataaccccc tgatatgtc cgacgttta 600
tatagaaaag aagattcaac taggtaaaat cttaatatag gttgagatga taaggtttat 660
aaggaatttg tttgttctaa ttttctactc atttgttct aatttctttt aacaaatgtt 720
cttttttttt tagaacagtt atgatatagt tagaatagtt taaaataagg agtgagaaaa 780

agatgaaaga aagatatgga acagtctata aaggctctca gaggtcata gacgaagaaa 840
gtggagaagt catagaggtta gacaagttaa accgtaacaa aacgtctggt aacttcgtaa 900
aggcatatat agtgcattta ataagtatgt tagatatgat tggcggaaaa aaacttaaaa 960
tcgttaacta tctcttagat aatgtccact taagtaacaa tacaatgata gctacaacaa 1020
gagaaatagc aaaagctaca ggaacaagtc tacaacagct aataacaaca cttaaaatct 1080
tagaagaagg aaatattata aaaagaaaaa ctggagtatt aatgttaaac cctgaactac 1140
taatgagagg cgacgaccaa aaacaaaaat acctcttact cgaatttggg aactttgagc 1200

aagaggcaaa tgaaatagat tgacctcca ataacaccac gtagttattg ggaggicaat 1260
ctatgaaatg cgattaaggc ccggccagtg ggcaagtga aaaattcaca aaaatgtggt 1320
ataatatctt tgttcattag agcgataaac ttgaatttga gagggaactt agatggtatt 1380
tgaaaaaatt gataaaaata gttggaacag aaaagagtat tttgaccact actttgcaag 1440
tgtacctgt acctacgca tgacctttaa agtggatgc acacaataa aggaaaaggg 1500
aatgaaacta tctctgcaa tgctttatta tattgcaatg attgtaaacc gccattcaga 1560
gtttaggacg gcaatcaatc aagatggtga attggggata tatgatgaga tgataccaag 1620

ctatacaata tttcacaatg atactgaaac atttccagc ctttgactg agtgaagtc 1680
tgactttaaa tcatttttag cagattatga aagtgtacg caacggtatg gaaacaatca 1740
tagaatggaa ggaagccaa atgctccgga aaacattttt aatgtatcta tgataccgtg 1800
gtcaaccttc gatggcttta atctgaattt gcagaaagga tatgattatt tgattcctat 1860
ttttactatg gggaaatatt ataaagaaga taacaaaatt atacttcctt tggcaattca 1920
agttcatcac gcagtatgtg acggatttca ctttgcctt tttgtaaacg aattgcagga 1980

attgataaat agttaacttc aggtttgtct gtaactaaaa acaagtatit aagcaaaaac 2040

atcgtagaaa tacggtgttt ttgtttacc taagttaaaa ctcttttttg ataattctcat 2100

gacaaaaatc ccttaacgtg agttttcgtt ccactgagcg tcagaccccg tagaaaagat 2160

caaaggatct tcttgagatc ctttttttct gcgcgtaatc tgctgcttgc aaacaaaaaa 2220

accaccgcta ccagcgggtg ttgttttggc ggatcaagag ctaccaactc tttttccgaa 2280

ggtaactggc ttcagcagag cgcagatacc aaatactgtt cttctagtgt agccgtagt 2340

aggccaccac ttcaagaact ctgtagcacc gcctacatac ctgctctgc taatcctgtt 2400

accagtggct gctgccagtg gcgataagtc gtgtcttacc gggttggact caagacgata 2460

gttaccggat aaggcgcagc ggtcgggctg aacggggggg tcgtgcacac agcccagctt 2520

ggagcgaacg acctacaccg aactgagata cctacagcgt gagctatgag aaagcggcac 2580

gcttcccga gggagaaaagg cggacaggta tccggttaagc ggaggggtcg gaacaggaga 2640

gcgcacgagg gagcttccag ggggaaacgc ctggtatctt tatagtcctg tcgggtttcg 2700

ccacctctga cttgagcgtc gatttttgtg atgctcgtca ggggggcgga gcctatggaa 2760

aaagccagc aacgcggcct ttttacgggt cctggccttt tgctggcctt ttgctcacat 2820

gttctttcct gcgttatccc ctgattctgt ggataaccgt attaccgcct ttgagtgcgc 2880

tgataccgct cggcgcagcc gaacgaccga gcgcagcgag tcagtgcgcg aggaagcgga 2940

agagcgccca atacgcaggc ccc 2963

<210> 15

<211> 5935

<212> DNA

<213> Escherichia coli

<400> 15

cctgcaggat aaaaaattg tagataaatt ttataaaata gttttatcta caattttttt 60

atcaggaaac agctatgacc gcggccgctg tatccatag gtatttgaaa aaattgataa 120

aaatagttag aacagaaaag agtattttga ccactacttt gcaagtgtac cttgtaccta 180

cagcatgacc gttaaagtag atatacaca aataaaggaa aagggaatga aactatatcc 240

tgcaatgctt tattatatg caatgattgt aaaccgcat tcagagtta ggacggcaat 300

caatcaagat ggigaattgg ggatatatga tgagatgata ccaagctata caatatttca 360

caatgatact gaaacatttt ccagcctttg gactgagtgt aagctgact ttaaatcatt 420

tttagcagat tatgaaagt atacgaacg gtatggaaac aatcatagaa tggaaggaaa 480

gccaaatgct ccggaaaaca tttttaatgt atctatgata ccgtgggtcaa ccttcgatgg 540

ctttaatctg aatttgcaga aaggatatga ttatttgatt cctattttta ctatggggaa	600
atattataaa gaagataaca aaattatact tcctttggca attcaagttc atcacgcagt	660
atgtgacgga tttcacattt gccgttttgt aaacgaattg caggaattga taaatagtta	720
aacgcgtcca tggagatctc gaggcctgca gacatgcaag cttggcactg gccgtcgttt	780
tacaacgtcg tgactgggaa aaccttggcg ttaccaact taatcgctt gcagcacatc	840
cccctttgc cagctggcgt aatagcgaag agggccgcac cgatcgccct tcccaacagt	900
tgcgcagcct gaatggcgaa tggcgctagc ataaaaataa gaagcctgca tttgcaggct	960
tcttattttt atggcgcgcc gttctgaatc cttagctaag ggttcaacag gtaactatga	1020
cgaagatagc accctggata agtctgtaat ggattctaag gcatttaatg aagacgtgta	1080
tataaaatgt gctaataaaa aagaaaatgc gttaaaagag cctaaaatga gttcaaatgg	1140
ttttgaaatt gattggtagt ttaatttaat atattttttc tattggctat ctcgatacct	1200
atagaatctt ctgttcactt ttgtttttga aatataaaaa ggggcttttt agcccctttt	1260
ttttaaaact ccggaggagt ttcttcattc ttgatactat acgtaactat tttcgatttg	1320
acttcattgt caattaagct agtaaaatca atggttaaaa aacaaaaaac ttgcattttt	1380
ctacctagta atttataatt ttaagtgtcg agtttaaaag tataatttac caggaaagga	1440
gcaagttttt taataaggaa aaatttttcc ttttaaaatt ctatttcgtt atatgactaa	1500
ttataatcaa aaaaatgaaa ataaacaaga ggtaaaaact gctttagaga aatgtactga	1560
taaaaaaaga aaaaatccta gatttacgtc atacatagca ctttaacta ctaagaaaaa	1620
tattgaaagg acttccactt gtggagatta tttgtttatg ttgagtgatg cagacttaga	1680
acattttaaa ttacataaag gtaatttttg cggtaataga ttttgtccaa tgtgtagttg	1740
gcgacttgct tgtaaggata gtttagaaat atctattctt atggagcatt taagaaaaga	1800
agaaaataaa gagtttatat ttttaactct tacaactcca aatgtaaaaa gttatgatct	1860
taattattct attaaacaat ataataaatc ttttaaaaaa ttaatggagc gtaaggaagt	1920
taaggatata actaaaggtt atataagaaa attagaagta acttaccaa aggaaaaata	1980
cataacaaag gatttatgga aaataaaaaa agattattat caaaaaaag gacttgaaat	2040
tggtagattt gaacctaat ttgatactta taatcctcat tttcatgtag ttattgcagt	2100
taataaaagt tattttacag ataaaaatta ttatataaat cgagaaagat ggttggaatt	2160
atggaagttt gctactaagg atgattctat aactcaagtt gatgttagaa aagcaaaaat	2220
taatgattat aaagaggttt acgaacttgc gaaatattca gctaaagaca ctgattattt	2280

aatatcgagg ccagtatttg aaatttttta taaagcatta aaaggcaagc aggtattagt	2340
ttttagtgga ttttttaaag atgcacacaa attgtacaag caaggaaaac ttgatgttta	2400
taaaaagaaa gatgaaatta aatatgtcta tatagtttat tataattggt gcaaaaaaca	2460
atatgaaaaa actagaataa gggaacttac ggaagatgaa aaagaagaat taaatcaaga	2520
tttaatatagat gaaatagaaa tagattaaag tgtaactata ctttatatat atatgattaa	2580
aaaaataaaa aacaacagcc tattaggttg ttgtttttta ttttctttat taattttttt	2640
aatttttagt ttttagttct tttttaaagt aagtttcagc ctctttttca atatttttta	2700
aagaaggagt atttgcata attgcctttt ttctaacaga cttaggaaat attttaacag	2760
tatcttcttg cgccgggatg ttggaactt cataacttac taatttataa ttattatttt	2820
cttttttaat tgtaacagtt gcaaaagaag ctgaacctgt tccttcaact agtttatcat	2880
cttcaatata atattcttga cctatatagt ataaatata ttttattata tttttacttt	2940
tttctgaatc tattatttta taatcataaa aagttttacc accaaaagaa ggttgtactc	3000
cttctgggcc aacataattt ttactatata tatctaaata atttttggga actgggtgtg	3060
taatttgatt aatcgaacaa ccagttatata ttaaaggaat tataactata aaaatatata	3120
ggattatctt tttaaatttc attattggcc tcctttttat taaatttatg ttaccataaa	3180
aaggacataa cggaatatg tagaatattt ttaatgtaga caaaatttta cataaatata	3240
aagaaaggaa gtgtttgttt aaattttata gcaaaactatc aaaaattagg gggataaaaa	3300
tttatgaaaa aaaggttttc gatgttattt ttatgtttta ctttaatatg ttgtggttta	3360
tttacaatt cgccggccg aagcaactt aagagtgtgt tgatagtga gtatcttaaa	3420
attttgtata ataggaattg aagttaaatt agatgctaaa aatttgtaat taagaaggag	3480
tgattacatg acaaaaaata taaaatattc tcaaaacttt ttaacgagtg aaaaagtact	3540
caaccaata ataaaacaat tgaattttta agaaacgat accgtttacg aaattggaac	3600
aggtaaaggg catttaacga cgaaactggc taaaataagt aaacaggtaa cgtctattga	3660
attagacagt catctattca acttatctgc agaaaaatta aaactgaata ctctgtctac	3720
tttaattcac caagatatc tacagtttca attccctaac aaacagaggt ataaaattgt	3780
tgggagtatt ccttaccatt taagcacaca aattattaaa aaagtgggtt ttgaaagcca	3840
tgcgtctgac atctatcga ttgttgaaga aggattctac aagcgtacct tggatattca	3900
ccgaacacta gggttgctct tgcacactca agtctcgatt cagcaattgc ttaagctgcc	3960
agcggaatgc tttcatccta aacaaaaagt aaacagtgtc ttaataaaac ttaccgcca	4020

taccacagat gttccagata aatattggaa gctatatacg tactttgttt caaaatgggt	4080
caatcgagaa tatcgtcaac tgtttactaa aaatcagttt catcaagcaa tgaaacacgc	4140
caaagtaaac aatttaagta ccgttactta tgagcaagta ttgtctatit ttaatagtta	4200
tctattatit aacgggagga aataattcta tgagtcgctt ttgtaaatit ggaaagtta	4260
acgttactaa agggaatgtg tttaaactcc tttttgataa tctcatgacc aaaatccctt	4320
aacgtgagtt ttcgttccac tgagcgtcag acccgtaga aaagatcaaa ggatcttctt	4380
gagatccttt ttttctgcgc gtaatctgct gcttgcaaac aaaaaacca ccgtaccag	4440
cggtggtttg tttgccgat caagagctac caactctttt tccgaaggta actggcttca	4500
gcagagcgca gataccaaat actgttcttc tagttagcc gtagttaggc caccacttca	4560
agaactctgt agcacgcct acatacctcg ctctgcta cctgttacca gtggctgctg	4620
ccagtggcga taagtcgtt cttaccgggt tggactcaag acgatagtt ccggataagg	4680
cgcagcggtc gggctgaacg gggggttctg gcacacagcc cagcttgag cgaacgacct	4740
acaccgaact gagataccta cagcgtgagc tatgagaaag cgccacgctt cccgaaggga	4800
gaaaggcgga caggatatcg gtaagcggca gggtcggaac aggagagcgc acgagggagc	4860
ttccaggggg aaacgcctgg tatctttata gtctgtcgg gtttcgccac ctctgacttg	4920
agcgtcgatt tttgtgatgc tcgtcagggg ggcggagcct atggaaaaac gccagcaacg	4980
cggccttttt acggttctg gccttttgc ggccttttgc tcacatgttc tttctgctg	5040
tatccctga ttctgtggat aaccgtatta ccgcctttga gtgagctgat accgctcgcc	5100
gcagccgaac gaccgagcgc agcagtcag tgagcgagga agcggaagag cgcccaatac	5160
gcagggcccc ctgcttcggg gtcattatag cgatttttgc ggtatatcca tcctttttcg	5220
cacgatatac aggattttgc caaagggttc gtgtagactt tccttggtgt atccaacggc	5280
gtcagccggg caggataggt gaagtaggcc caccgcgag cgggtgttcc ttcttactg	5340
tcccttattc gcacctggcg gtgctcaacg ggaatcctgc tctgcgaggc tggccggcta	5400
ccgccggcgt aacagatgag ggcaagcgga tgctgatga aaccaagcca accaggaagg	5460
gcagcccacc tatcaaggtg tactgccttc cagacgaacg aagagcgatt gaggaagg	5520
cggcggcggc cggcatgagc ctgtcggcct acctgtggc cgtcggccag ggctacaaaa	5580
tcacggcgct cgtggactat gagcacgtcc gcgagctggc ccgcatcaat ggcgacctgg	5640
gccgcctggg cggcctgctg aaactctggc tcaccgacga cccgcgcag gcgcggttcg	5700
gtgatgccac gatcctcgcc ctgctggcga agatcgaaga gaagcaggac gagcttggca	5760
aggtcatgat gggcgtggtc cgcccgaggg cagagccatg acttttttag ccgctaaaa	5820
ggccgggggg tgcgcgtgat tgccaagcac gtcccatgc gctccatcaa gaagagcgac	5880

ttcgcgaggc tggatgaagta catcacccgac gagcaaggca agaccgatcg ggccc 5935

<210> 16

<211> 20

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 16

cagaggatgt taatgaagtc 20

<210> 17

<211> 20

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 17

gcatcaggat taaatgactg 20

<210> 18

<211> 15

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 18

atagcgaagt acttg 15

<210> 19

<211> 18

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 19

gatgcaatga cagctttc 18

<210> 20

<211> 20

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer
 <400> 20
 ggaacaaaag gtatatcagc 20
 <210> 21
 <211> 19
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 21
 cggagcattt gataaagaa 19
 <210> 22
 <211> 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 22
 gctgattgta catcacttga 20
 <210> 23
 <211> 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 23
 ccagaattaa tagctcaagt 20
 <210> 24
 <211> 1764
 <212> DNA
 <213> Clostridium Ljungdahlii
 <400> 24
 atgaacagtt ttattgaaga tgttgaacaa atttacaatt ttattaaaaa aaatatagat 60
 gtagaagaga agatgcattt tatagaaact tataagcaaa aatctaata gaagaaagaa 120
 attagctttt cagaagaata ctataaacag aaaattatga atggaaaaaa tggagtagtg 180
 tataactcctc cggaatggc agcatttatg gttaaaaact tgataaatgt caatgatgta 240

attggaaatc catttataaa aataatagat ccttcctgtg gatctgggaa ttttaattgt 300
aagtgccttc tatattttaa tcgaatatit attaagaata ttgaagttat aaatagtaaa 360
aacaatttaa atttgaaact agaagatata agttaccata tagtacgtaa caatctatit 420
ggatttgata tagatgaaac tgcaataaaa gttttaaaaa tagacttatt ttgattagc 480
aatcagttta gtgaaaaaaa ttttcaagta aaggattttc tagtggaaaa tatagataga 540
aaatatgatg tgtttatagg aaatcctccg tatataggac ataaatctgt agattctagt 600
tattcatatg ttttaagaaa aatatatgga agtatatata gagacaaagg agacatatcc 660

tactgttttt ttcaaaaatc attaaagtgt ttaaaggagg gaggaaaact ggtttttgtt 720
acttctaggt atttttgtga atcttgcagc ggaaaagaac ttagaaagtt ttttaattgaa 780
aatacctcta tttataaaat tatagattit tatggtataa gaccttttaa aagagtaggt 840
atagacccaa tgataatatt ttttagtaaga acaaaaaatt ggaacaataa tatagaaatc 900
ataagaccca ataaaattga aaaaaatgaa aaaaaataat ttcttgattc ctgtttttta 960
gataaatctg aaaaatgcaa aaagttttct atttctcaa agtctataaa taatgatgga 1020
tgggtatttg ttgacgaagt tgagaaaaat ataatagata aaataaaaaga aaaaagttaa 1080

tttatittaa aggatatatg ccatagttgt cagggtataa taacgggatg tgatagggt 1140
tttatagttg atagagacat aataaatagt agaaaaattg aattaaggtt aataaaacc 1200
tgataaaaa gtagccatat acgaaaaaac gaagtaatta aaggtgaaaa atttattata 1260
tactcaaatt taatagaaaa tgaaacagaa tgcctaatg ctataaagta tatagagcag 1320
tacaaaaaaa ggcttatgga aagaagagaa tgtaaaaaag gaacaagaaa gtggtatgaa 1380
cttcaatggg ggagaaaacc ggaaattttt gaagaaaaga aaattgtgtt cccatacaag 1440
tcctgtgaca atagatttgc tcttgacaag ggaagctatt ttagtgcaga tatatattcc 1500

ttagtattaa aaaaaaatgt accttttacc tatgaaatac ttttaaatat attaaacagt 1560
cctttgtatg aattttactt taaaactttc gcaaaaaaat taggagaaaa tctatatgag 1620
tattacccta ataatcta at gaaattgtgt attccttcta ttgatttttg aggagaaaat 1680
aatatagaaa aaaagctgta tgattttttt ggactgacag ataaggaaat tgagattgta 1740
gaaaagataa aagataattg ctga 1764

<210> 25
<211> 1693
<212> DNA
<213> Clostridium autoethanogenum
<400> 25

atgcatttta tagaaactta taagcaaaaa tctaatatga agaaagaaat tagcttttca	60
gaagaatact ataacagaa aattatgaat ggaaaaaatg gagtagtgta tactcctccg	120
gaaatggcag catttatggt taaaaacttg ataaatgtca atgatgtaat tggaaatcca	180
tttataaaaa taatagatcc ttcctgtgga tctgggaatt taatttgtaa gtgctttcta	240
tattttaaac gaatatattat taagaatatt gaagttataa atagtataaa caattttaat	300
ttgaaactag aagatataag ttaccatata gtacgtaaca atctatttgg atttgatata	360
gatgaaactg caataaaagt tttaaaaata gacttatttt tgattagcaa tcagtttagt	420
gaaaaaaatt ttcaagtaaa ggattttcta gtggaaaata tagatagaaa atatgatgtg	480
tttataggaa atcctccgta tataggacat aaatctgtag attctagtta ttcatatgtt	540
ttaagaaaaa tatatggaag tataatataga gacaaaggag acatatccta ctgttttttt	600
caaaaatcat taaagtgttt aaaggaggga ggaaaactgg tttttgttac ttctaggtat	660
ttttgtgaat ctgacgagg aaaagaactt agaaagtgtt taattgaaaa tacctctatt	720
tataaaatta tagattttta tggatataaga ctttttaaaa gagtaggtat agaccaatg	780
ataatatatt tagtaagaac aaaaaattgg aacaataata tagaaatcat aagaccaat	840
aaaattgaaa aaaaatgaaa aaataaattt ctgattcct tgtttttaga taaatctgaa	900
aaatgcaaaa agttttctat ttctcaaaag tctataaata atgatggatg ggtatttgtt	960
gacgaagtgt agaaaaatat aatagataaa ataaaagaaa aaagttaaatt tattttaaag	1020
gatatatgcc atagtgtca gggatataa acgggatgtg atagggttt tatagtgtat	1080
agagacataa taaatagtag aaaaattgaa ttaagggtta taaaaccctg gataaaaagt	1140
agccatatac gaaaaaacga agtaattaaa ggtgaaaaat ttattatata ctcaaattta	1200
atagaaaatg aaacagaatg tctaattgct ataaagtata tagagcagta caaaaaaag	1260
gcttatggaa agaagagaat gtaaaaaagg aacaagaaag tggatgaac ttcaatgggg	1320
gagaaaaccg gaaatttttg aagaaaagaa aattgtgttc ccatacaagt cctgtgacaa	1380
tagatttgcct ctgacaagg gaagctattt tagtgcagat atatattcct tagtattaaa	1440
aaaaaatgta ctttttacct atgaaatact tttaaataa ttaaacagtc ctttgtatga	1500
attttacttt aaaactttcg caaaaaaatt aggagaaaat ctatatgagt attaccctaa	1560
taatctaag aaattgtgta ttctttctat tgatttttga ggagaaaata atatagaaaa	1620
aaagctgtat gatttttttg gactgacaga taaggaaatt gagattgtag aaaagataaa	1680
agataattgc tga	1693

<210> 26

<211> 1805

<212> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 26

atgtttccct gtaatgcata tattcagcac ggagatagga atatgaataa ttttattgaa	60
gatattgaag aaattttataa tttttatataa aaaaatacag atgtagaaga gaatattcat	120
tttatagaaa cttatagcca aagacttaat atgaagaaag aaattagctt ttcagaagaa	180
tactataaac agaaaattat gaatggaaaa aacggagtag tgtatactcc tccggaaatg	240
gcagcattta tggttaaaaa cttgataaat gtcaatgatg taattgaaaa tccatttata	300
aaagtagtag atccttcctg tggatctgga aatttaattt gtaagtgcct tctatactta	360
aatcaaatat tcattaaaaa tattgaagtt ataaatagta aaaataattt aaatttgaaa	420
ctaaaagata taagttacca tatagtacat aacaatctat ttggatttga ttagatgaa	480
actgcaataa aagtttttaa atagacttat ttttgattag caatcagttt agtgaaaaaa	540
atgttcaagt aaaggatttt ctagtggaat atatagatag aaaatttgat gtgtttatag	600
gaaatcccc atatatagga cataaatctg tagattccag ttattcatat attttaagga	660
aaatatatgg aagtatatat agagataaag gagacatata ttactgtttt tttcaaaaat	720
cattaaagtg cttaaaagag ggaggaaaat tactttttgt tacctccaga ttttttgcg	780
aatcttgcag cggaaaagaa cttagaaagt ttttaattga aaatacctct atttataaaa	840
ttatagattt ttatggtata agacctttta aaagagtagg tatagatcca atgataatat	900
ttttagtaag aacaaaaaat tgggacaata atatagaaat cataagacc aataaaagt	960
gaaaagatga aaaaaataaa ttccttgatt ctttgctttt agataaatct gaaaaatata	1020
aaaaattttc tattcctcaa aagtctataa atagtgatgg atgggtattt gttaatgaag	1080
ttgagaaaaa tataatggat aaaatagaag caaaaagtga atttatttta aaggatatat	1140
gccatagtta tcagggtata ataacgggat gtgatagggc ttttatagtt gatagagaca	1200
caataaatag tagaaaaatt gaattaaggt taataaaacc ctgggtgaaa agcagccata	1260
tacgaaaaaa cgaagtaatt aaagtgaaa aattttattat atactcaaat ttaatagaaa	1320
atgagataga atgtccta atgtataaagt atatagagca gtacaaaaaa aagcttatgg	1380
aaagaagaga atgtaaaaa ggaacgagaa agtggtatga gcttcaatgg gggagaaaac	1440
cggaaatttt cgaagaaaag aaaattgtat tcccatataa atcgtgtgat aatagatttg	1500
ctcttgataa gggaagctat tttagtgcag atatatatc tttagtatta aaaaaaatg	1560

taccttttac ctatgaaatg cttttaaata tattaaatag ttctttgtat gaattttact	1620
ttaaaacttt cgggaaaaaa ttaggagaaa atctatatga gtattatcct aataatctga	1680
tgaaattgtg tattccttct attggttttc gagaagaaaa taatgtagaa aaaaggttgt	1740
atgatttttt tgggctgaca gataaggaaa ttcagattgt agaaaaata aaagataatt	1800
gctga	1805
<210> 27	
<211> 1940	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic oligonucleotide	
<400> 27	
gcggcgcgc aacgcaatta atgtgagtta gtcactcat taggcacccc aggcattaca	60
ctttatgctt cgggctcgta tgttgtgtgg aattgtgagc ggataacaat ttcacacagg	120
aaacacatat gtttccgtgc aatgcctata tcgaatatgg tgataaaaat atgaacagct	180
ttatcgaaga tgtggaacag atctacaact tcattaataa gaacattgat gtggaagaaa	240
agatgcattt cattgaaacc tataaacaga aaagcaacat gaagaaagag attagcttta	300
gcgaagaata ctataaacag aagattatga acggcaaaaa tggcgttgtg tacacccgc	360
cggaaatggc ggcctttatg gttaaaaatc tgatcaacgt taacgatgtt attggcaatc	420
cgtttattaa aatcattgac ccgagctgcg gtagcggcaa tctgatttgc aaatgttttc	480
tgtatctgaa tcgcatcttt attaagaaca ttgaggtgat taacagcaaa aataacctga	540
atctgaaact ggaagacatc agctaccaca tcgttcgcaa caatctgttt ggcttcgata	600
ttgacgaaac cgcgatcaaa gtgctgaaaa ttgatctgtt tctgatcagc aaccaattta	660
gcgagaaaaa ttccaggtt aaagactttc tggtgaaaa tattgatcgc aaatatgacg	720
tgttcattgg taatccgccg tatatcggtc acaaaagcgt ggacagcagc tacagctacg	780
tgctgcgcaa aatctacggc agcatctacc gcgacaaagg cgatatcagc tattgtttct	840
ttcagaagag cctgaaatgt ctgaaggaag gtggcaaac ggtgtttgtg accagccgct	900
acttctgcga gagctgcagc ggtaaagaac tgcgtaaatt cctgatcgaa aacacgagca	960
tttacaagat cattgatttt tacggcatcc gcccgttcaa acgcgtgggt atcgatccga	1020
tgattatttt tctggttcgt acgaagaact ggaacaataa cattgaaatt attcgcccga	1080
acaagattga aaagaacgaa aagaacaaat tctggatag cctgttcctg gacaaaagcg	1140
aaaagtgtaa aaagtttagc attagccaga aaagcattaa taacgatggc tgggttttcg	1200

tggacgaagt ggagaaaaac attatcgaca aaatcaaaga gaaaagcaag ttcattctga 1260
aagatatttg ccatagctgt caaggcatta tcaccggttg tgatcgcgcc tttattgtgg 1320
accgtgatat catcaatagc cgtaagatcg aactgctgt gattaaaccg tggattaaaa 1380

gcagccatat ccgtaagaat gaagttatta agggcgaaaa attcatcatc tatagcaacc 1440
tgattgagaa tgaaccgag tgtccgaatg cgattaaata tatcgacag tacaagaaac 1500
gtctgatgga gcgccgcgaa tgcaaaaagg gcacgcgtaa gtggtatgaa ctgcaatggg 1560
gccgtaaacc ggaaatcttc gaagaaaaga aaattgtttt cccgtataaa agctgtgaca 1620
atcgttttgc actggataag ggtagctatt ttagcgcaga catttatagc ctggttctga 1680
agaaaaatgt gccgttcacc tatgagatcc tgcgtaatat cctgaatagc ccgctgtacg 1740
agttttactt taagaccttc gcgaaaaagc tgggcgagaa tctgtacgag tactatccga 1800

acaacctgat gaagctgtgc atcccagca tcgatttcgg cggtgagaac aatattgaga 1860
aaaagctgta tgatttcttt ggtctgacgg ataaagaaat tgagattgtg gagaagatca 1920
aagataactg ctaagaattc 1940

<210> 28

<211> 601

<212> PRT

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic protein

<400> 28

Met Phe Pro Cys Asn Ala Tyr Ile Glu Tyr Gly Asp Lys Asn Met Asn

1 5 10 15

Ser Phe Ile Glu Asp Val Glu Gln Ile Tyr Asn Phe Ile Lys Lys Asn

20 25 30

Ile Asp Val Glu Glu Lys Met His Phe Ile Glu Thr Tyr Lys Gln Lys

35 40 45

Ser Asn Met Lys Lys Glu Ile Ser Phe Ser Glu Glu Tyr Tyr Lys Gln

50 55 60

Lys Ile Met Asn Gly Lys Asn Gly Val Val Tyr Thr Pro Pro Glu Met

65 70 75 80

Ala Ala Phe Met Val Lys Asn Leu Ile Asn Val Asn Asp Val Ile Gly

85 90 95

Asn Pro Phe Ile Lys Ile Ile Asp Pro Ser Cys Gly Ser Gly Asn Leu
 100 105 110
 Ile Cys Lys Cys Phe Leu Tyr Leu Asn Arg Ile Phe Ile Lys Asn Ile
 115 120 125
 Glu Val Ile Asn Ser Lys Asn Asn Leu Asn Leu Lys Leu Glu Asp Ile
 130 135 140
 Ser Tyr His Ile Val Arg Asn Asn Leu Phe Gly Phe Asp Ile Asp Glu

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

 210 215 220
 Ser Ile Tyr Arg Asp Lys Gly Asp Ile Ser Tyr Cys Phe Phe Gln Lys
 225 230 235 240
 Ser Leu Lys Cys Leu Lys Glu Gly Gly Lys Leu Val Phe Val Thr Ser
 245 250 255
 Arg Tyr Phe Cys Glu Ser Cys Ser Gly Lys Glu Leu Arg Lys Phe Leu
 260 265 270
 Ile Glu Asn Thr Ser Ile Tyr Lys Ile Ile Asp Phe Tyr Gly Ile Arg

 275 280 285
 Pro Phe Lys Arg Val Gly Ile Asp Pro Met Ile Ile Phe Leu Val Arg
 290 295 300
 Thr Lys Asn Trp Asn Asn Asn Ile Glu Ile Ile Arg Pro Asn Lys Ile
 305 310 315 320
 Glu Lys Asn Glu Lys Asn Lys Phe Leu Asp Ser Leu Phe Leu Asp Lys
 325 330 335
 Ser Glu Lys Cys Lys Lys Phe Ser Ile Ser Gln Lys Ser Ile Asn Asn

340 345 350
 Asp Gly Trp Val Phe Val Asp Glu Val Glu Lys Asn Ile Ile Asp Lys
 355 360 365
 Ile Lys Glu Lys Ser Lys Phe Ile Leu Lys Asp Ile Cys His Ser Cys
 370 375 380
 Gln Gly Ile Ile Thr Gly Cys Asp Arg Ala Phe Ile Val Asp Arg Asp
 385 390 395 400
 Ile Ile Asn Ser Arg Lys Ile Glu Leu Arg Leu Ile Lys Pro Trp Ile

 405 410 415
 Lys Ser Ser His Ile Arg Lys Asn Glu Val Ile Lys Gly Glu Lys Phe
 420 425 430
 Ile Ile Tyr Ser Asn Leu Ile Glu Asn Glu Thr Glu Cys Pro Asn Ala
 435 440 445
 Ile Lys Tyr Ile Glu Gln Tyr Lys Lys Arg Leu Met Glu Arg Arg Glu
 450 455 460
 Cys Lys Lys Gly Thr Arg Lys Trp Tyr Glu Leu Gln Trp Gly Arg Lys

 465 470 475 480
 Pro Glu Ile Phe Glu Glu Lys Lys Ile Val Phe Pro Tyr Lys Ser Cys
 485 490 495
 Asp Asn Arg Phe Ala Leu Asp Lys Gly Ser Tyr Phe Ser Ala Asp Ile
 500 505 510
 Tyr Ser Leu Val Leu Lys Lys Asn Val Pro Phe Thr Tyr Glu Ile Leu
 515 520 525
 Leu Asn Ile Leu Asn Ser Pro Leu Tyr Glu Phe Tyr Phe Lys Thr Phe

 530 535 540
 Ala Lys Lys Leu Gly Glu Asn Leu Tyr Glu Tyr Tyr Pro Asn Asn Leu
 545 550 555 560
 Met Lys Leu Cys Ile Pro Ser Ile Asp Phe Gly Gly Glu Asn Asn Ile
 565 570 575
 Glu Lys Lys Leu Tyr Asp Phe Phe Gly Leu Thr Asp Lys Glu Ile Glu
 580 585 590
 Ile Val Glu Lys Ile Lys Asp Asn Cys

595

600

<210> 29

<211> 2781

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic plasmid

<400> 29

tttgccacct gacgtctaag aaaaggaata ttcagcaatt tgcccgtgcc gaagaaaggc	60
ccaccctga aggtgagcca gtgagttgat tgctacgtaa ttagttagtt agcccttagt	120
gactcgtaat acgactcact atagggtctg agtctagaga attcgatata acccggaac	180
tagtctgcag ccccttagtg agggttaatt ggagtcacta agggttagtt agttagatta	240
gcagaaagtc aaaagcctcc gaccggaggc ttttgactaa aacttcctt ggggttatca	300
ttggggctca ctcaaaggcg gtaatcagat aaaaaaatc cttagctttc gctaaggatg	360
atctctgcta gagatggaat agactggatg gaggcggata aagttgcagg accacttctg	420
cgctcggccc ttccggctgg ctggtttatt gctgataaat ctggagccgg tgagcgtggg	480
tctcgcggtg tcattgcagc actggggcca gatggtaagc cctcccgtat cgtagttatc	540
tacacgacgg ggagtcaggc aactatggat gaacgaaata gacagatcgc tgagataggt	600
gcctcactga ttaagcattg gtaactgtca gaccaagttt actcatatat actttagatt	660
gatttaaac ttcatTTTTA atttaaaagg atctaggtga agatcctttt tgataatctc	720
atgacaaaaa tcccttaacg tgagttttcg ttccactgag cgtcagaccc cttataaga	780
tgatcttctt gagatcgttt tggctcgcgc gtaatctctt gctctgaaaa cgaaaaaac	840
gccttgaggc gcggtttttc gaaggttctc tgagctacca actctttgaa ccgaggtaac	900
tggcttggag gagcgcagtc accaaaactt gtcctttcag tttagcctta accggcgcac	960
gacttcaaga ctaactctc taaatcaatt accagtggct gctgccagtg gtgcttttgc	1020
atgtctttcc gggttggact caagacgata gttaccggat aaggcgcagc ggtcggactg	1080
aacggggggt tcgtgcatac agtcagctt ggagcgaact gcctacccgg aactgagtgt	1140
caggcgtgga atgagacaaa cgcgccata acagcggaat gacaccggtg aaccgaaagg	1200
caggaacagg agagcgcacg agggagccgc caggggaaac gcctgggtatc tttatagtcc	1260
tgctcgggtt cgccaccact gatttgagcg tcagatttcg tgatgcttgt caggggggcg	1320
gagcctatgg aaaaacggct ttgccgcggc cctctcactt cctgtttaag tatcttctg	1380
gcactttcca ggaaatctcc gcccggttcg taagccattt ccgctcgccg cagtcgaacg	1440

accgagcgta gcgagtcagt gagcgaggaa gcggaatata tcctgtatca catattctgc 1500
 tgacgcaccg gtgcagcctt ttttctctg ccacatgaag cacttcaactg acaccctcat 1560
 cagtgccaac atagtaagcc agtatatact ccgctagcgc tgaggctctgc ctctgaaga 1620

agggtgttgc gactcatacc aggcctgaat cgccccatca tccagccaga aagtgagga 1680
 gccacggttg atgagagcctt tgtttaggt ggaccagttg gtgattttga acttttgctt 1740
 tgccacggaa cggctctcgt tgtcgggaag atcgctgac tgatccttca actcagcaaa 1800
 agttcgattt attcaacaaa gccacgttgi gtctcaaat ctctgatgtt acattgcaca 1860
 agataaaaat atatcatcat gaacaataaa actgtctgct tacataaaca gtaatacaag 1920
 ggggtgtttac tagaggttga tccggcacgt aagaggttcc aactttcacc ataataaat 1980
 aagatcacta ccgggcgtat tttttgagtt atcgagattt tcaggagcta aggaagctaa 2040

aatggagaaa aaaatcacgg gatataccac cgttgatata tccaatggc atcgtaaaga 2100
 acattttgag gcatttcagt cagttgctca atgtacctat aaccagaccg ttcagctgga 2160
 tattacggcc tttttaaaga ccgtaaagaa aaataagcac aagttttatc cggcctttat 2220
 tcacattctt gcccgctga tgaacgtca cccggagttt cgtatggcca tgaaagacgg 2280
 tgagctgggt atctgggata gtgttccacc ttgttacacc gttttccatg agcaaactga 2340
 aacgttttcg tccctctgga gtgaatacca cgacgatttc cggcagtttc tccacatata 2400
 ttcgcaagat gtggcgtgtt acggtgaaaa cctggcctat ttcctaaag ggtttattga 2460

gaatatgttt tttgtctcag ccaatccctg ggtgagtttc accagttttg atttaaactg 2520
 ggccaatatg gacaacttct tcgccccgt tttcacgatg ggcaaatatt atacgcaagg 2580
 cgacaaggtg ctgatgccgc tggcgatcca ggttcatcat gccgtttgtg atggcttcca 2640
 tgtcggccgc atgttaatg aattacaaca gtactgtgat gagtggcagg gcggggcgta 2700
 ataatactag ctccggcaaa aaaacgggca aggtgtcacc acctgcctt tttctttaa 2760
 aaccgaaaag attacttcgc g 2781

<210> 30
 <211> 1460
 <212> DNA
 <213> Clostridium autoethanogenum

<400> 30
 ggctcaggac gaacgtggc ggcgtgctta acacatgcaa gtcgagcgat gaagctcctt 60
 cgggagtgga ttagcggcgg acgggtgagt aacacgtggg taacctacct caaagagggg 120
 gatagcctcc cgaaaggagg attaataaccg cataataatc agttttcaca tggagactga 180

tttaaaggag taatccgctt tgagatggac ccgcggcgca ttagctagtt ggtagggtaa 240
 cggcctacca aggcgacgat gcgtagccga cctgagaggg tgatcgcca cattggaact 300
 gagagacggt ccagactcct acgggaggca gcagtgggga atattgcaca atgggcgaaa 360
 gcctgatgca gcaacgccgc gtgagtgaag aaggttttcg gattgtaaag ctctgtcttt 420

 ggggacgata atgacggtac ccaaggagga agccacggct aactacgtgc cagcagccgc 480
 ggtaatacgt aggtggcgag cgttgtccgg aattactggg cgtaaagagt gcgtaggcgg 540
 atatttaagt gagatgtgaa ataccgggc ttaaccggg cactgcattt caaactggat 600
 atctagagtg cgggagagga gaatggaatt cctagtgtag cggtgaaatg cgtagagatt 660
 aggaagaaca ccagtggcga aggcgattct ctggaccgta actgacgtg aggcacgaaa 720
 gcgtgggtag caaacaggat tagataccct ggtagtcac gccgtaaacg atgagtacta 780
 ggtgtaggag gtatcgacc cttctgtgcc gcagtaaaca caataagtac tccgcctggg 840

 aagtacgac gcaagattaa aactcaaagg aattgacggg ggcccgca agcagcggag 900
 catgtggttt aattcgaagc aacgcgaaga accttacctg gacttgacat accctgaata 960
 tcttagagat aagagaagcc cttcggggca gggatacagg tggatcatgg ttgtcgtcag 1020
 ctctgtcgt gagatgttag gtttaagtcct gcaacgagcg caaccctgt tgttagttgc 1080
 taacatttag ttgagcactc tagcaagact gccgcggtta acgcggagga aggtggggat 1140
 gacgtcaaat catcatgcc cttatgtcca gggcaacaca cgtgctacaa tgggcagtac 1200
 agagagaagc aagaccgcaa ggtggagcaa acctcaaaaa ctgccccag ttcgattgc 1260

 aggtgaaac tcgcctacat gaagtggag ttgctagtaa tcgcgaatca gaatgtcgcg 1320
 gtgaatacgt tccggggcct tgtacacacc gcccgtcaca ccatgagagc tggcaacacc 1380
 cgaagtccgt agtctaactt aggaggacgc ggccgaaggt ggggttagta attgggtga 1440
 agtcgtaaca aggtagccgt 1460

 <210> 31
 <211> 9459
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic plasmid
 <400> 31

 ataaaaaat ttagataaa tttataaaa tagttttatc tacaattttt ttatcaggaa 60
 acagctatga ccgcggccgc aatatgatat ttatgtccat tgtgaaaggg attatattca 120

 actattattc cagttacgtt catagaaatt ttcttttcta aaatatttta ttccatgtca 180

agaactctgt ttatitcatt aaagaactat aagtacaaag tataaggcat ttgaaaaaat 240
 aggctagtat attgattgat tatttatttt aaaatgccta agtgaaatat atacatatta 300
 taacaataaa ataagtatta gtgtaggatt tttaaataga gtatctatit tcagattaaa 360
 tttttgatta ttigatttac attatataat attgagttaa gtattgacta gcaaaatit 420
 ttgatacttt aatttgtgaa atttcttattc aaaagttata tttttgaata atttttattg 480
 aaaaatataa ctaaaaagga ttatagtata agtgtgtgta attttgtgtt aaatttaaag 540

 ggaggaaatg aacatgaaac atatgaaaga agttgtaata gctagtgcag taagaacagc 600
 gattggatct tatggaaagt ctcttaagga tgtaccagca gtagatttag gagctacagc 660
 tataaaggaa gcagttaaaa aagcaggaat aaaaccagag gatgttaatg aagtcatttt 720
 aggaaatgtt cttaagcag gtttaggaca gaatccagca agacaggcat cttttaagc 780
 aggattacca gttgaaattc cagctatgac tattaataag gtttgtgtt caggacttag 840
 aacagttagc ttagcagcac aaattataaa agcaggagat gctgacgtaa taatagcagg 900
 tggatggaa aatatgtcta gagctcctta cttagcgaat aacgctagat ggggatatag 960

 aatgggaaac gctaaatttg ttgatgaaat gatcactgac ggattgtggg atgcatttaa 1020
 tgattaccac atgggaataa cagcagaaaa catagctgag agatggaaca tttcaagaga 1080
 agaacaagat gagtttgctc ttgcatcaca aaaaaaagct gaagaagcta taaaatcagg 1140
 tcaatttaaa gatgaaatg ttcctgtagt aattaaaggc agaaaggag aaactgtagt 1200
 tgatacagat gagcacctta gatttggatc aactatagaa ggacttgcaa aattaaaacc 1260
 tgccttcaaa aaagatggaa cagttacagc tggtaatgca tcaggattaa atgactgtgc 1320
 agcagtactt gtaatcatga gtgcagaaaa agctaaagag cttggagtaa aaccacttgc 1380

 taagatagtt tcttatggtt cagcaggagt tgaccagca ataatgggat atggaccttt 1440
 ctatgcaaca aaagcagcta ttgaaaaagc aggttggaca gttgatgaat tagatttaat 1500
 agaatcaaat gaagcttttg cagctcaaag tttagcagta gcaaaagatt taaaattga 1560
 tatgaataaa gtaaatgtaa atggaggagc tattgccctt ggtcatcaa ttggagcatc 1620
 aggtgcaaga atactcgta ctctgtaca cgcaatgcaa aaaagagatg caaaaaagg 1680
 cttagcaact ttatgtatag gtggcggaca aggaacagca atattgctag aaaagtgcta 1740
 ggaattcgag ctcggtacct taggaggatt agtcatggaa ctaacaatg tcaccttga 1800

 aaaggaaggt aaagtgtctg tagttacat taacagacct aaagcattaa atgcgttaaa 1860
 tagtgataca ctaaaagaaa tggattatgt tatagtgaa attgaaaatg atagcgaagt 1920
 acttgcaata attttaactg gagcaggaga aaaatcattt gtagcaggag cagatatitc 1980
 tgagatgaag gaaatgaata ccattgaagg tagaaaattc gggatacttg gaaataaagt 2040

gtttagaaga ttagaacttc ttgaaaagcc tgtaatagca gctgttaatg gttttgcttt	2100
aggaggcgga tgcgaaatag ctatgtcttg tgatataaga atagcttcaa gcaacgcaag	2160
atlttggtcaa ccagaagtag gtctcggaat aacacctggt tttggtggt caciaagact	2220
ttcaagatta gtiggaatgg gcatggcaaa gcagcttata tttactgcac aaaatataaa	2280
ggcagatgaa gcattaagaa tcggacttgt aaataaggta gtagaaccta gtgaattaat	2340
gaatacagca aaagaaatg caaacaaaat tgtgagcaat gctccagtag ctgttaagtt	2400
aagcaaacag gctattaata gaggaatgca gtgtgatatt gatactgctt tagcatttga	2460
atcagaagca tttggagaat gcttttcaac agaggatcaa aaggatgcaa tgacagcttt	2520
catagagaaa agaaaaatg aaggcttcaa aaatagatag gaggttaagtt tatatggatt	2580
ttaatttaac aagagaacaa gaattagtaa gacagatggt tagagaattt gctgaaaatg	2640
aagttaaacc tatagcagca gaaattgatg aaacagaaag atttccaatg gaaaatgtaa	2700
agaaaatggg tcagtatggt atgatgggaa ttccattttc aaaagagtat ggtggcgag	2760
gtggagatgt attatcttat ataatcgccg ttgaggaatt atcaaaggtt tgcggtacta	2820
caggagttaa tctttcagca catacatcac tttgtgttc attaataaat gaacatggta	2880
cagaagaaca aaaacaaaaa tatttagtac ctttagctaa aggtgaaaaa atagggtctt	2940
atggattgac tgagccaaat gcaggaacag attctggagc acaacaaaca gtagctgtac	3000
ttgaaggaga tcattatgta attaatggtt caaaaatatt cataactaat ggaggagtgt	3060
cagatacttt tgttatattt gcaatgactg acagaactaa aggaacaaaa ggtatatcag	3120
catttataat agaaaaaggc ttcaaagggt tctctattgg taaagttgaa caaaagcttg	3180
gaataagagc ttcatcaaca actgaacttg tatttgaaga tatgatagta ccagtagaaa	3240
acatgattgg taaagaagga aaagcttcc ctatagcaat gaaaactctt gatggaggaa	3300
gaattggtat agcagctcaa gctttaggta tagctgaagg tgctttcaac gaagcaagag	3360
cttcatgaa ggagagaaaa caatttggaa gaagccttga caaattccaa ggtcttgcac	3420
ggatgatggc agatatggat gtagctatag aatcagctag atatttagta tataaagcag	3480
catatcttaa acaagcagga cttccataca cagttgatgc tgcaagagct aagcttcatg	3540
ctgcaaatgt agcaatggat gtaacaacta aggcagtaca attatttggg ggatacggat	3600
atacaaaaga ttatccagtt gaaagaatga tgagagatgc taagataact gaaatatatg	3660
aaggaacttc agaagttcag aaattagtta tttcaggaaa aatttttaga taatttaagg	3720
aggtaagag gatgaatata gttgtttgtt taaaacaagt tccagataca gcggaagtta	3780
gaatagatcc agttaaggga acacttataa gagaaggagt tccatcaata ataaatccag	3840

atgataaaaa cgcacttgag gaagcttttag tattaaaaga taattatggt gcacatgtaa	3900
cagttataag tatgggacct ccacaagcta aaaatgcttt agtagaagct ttggctatgg	3960
gtgctgatga agctgtactt ttaacagata gagcatttgg aggagcagat acacttgcca	4020
cttcacatac aattgcagca ggaattaaga agctaaaata tgatatagtt ttgctggaa	4080
ggcaggctat agatggagat acagctcagg ttggaccaga aatagctgag catcttggaa	4140
tacctcaagt aacttatgtt gagaaagttg aagttgatgg agatacttta aagattagaa	4200
aagcttggga agatggatat gaagttgttg aagttaagac accagttctt ttaacagcaa	4260
ttaaagaatt aaatgttcca agatatatga gtgtagaaaa aatattcgga gcatttgata	4320
aagaagtaaa aatgtggact gccgatgata tagatgtaga taaggctaata ttaggtctta	4380
aaggttcacc aactaaagtt aagaagtcac caactaaaga agttaagga cagggagaag	4440
ttattgataa gcctgttaag gaagcagctg catatgttgt ctcaaaatta aaagaagaac	4500
actatattta agttaggagg gatttttcaa tgaataaagc agattacaag ggcgtatggg	4560
tgtttgctga acaaagagac ggagaattac aaaaggtatc attggaatta ttaggtaaag	4620
gtaaggaaat ggctgagaaa ttaggcgttg aattaacagc tgttttactt ggacataata	4680
ctgaaaaaat gtcaaaggat ttattatctc atggagcaga taaggtttta gcagcagata	4740
atgaactttt agcacatttt tcaacagatg gatatgctaa agttatatgt gatttagtta	4800
atgaaagaaa gccagaataa ttattcatag gagctacttt cataggaaga gatttaggac	4860
caagaatagc agcaagactt tctactgggt taactgctga ttgtacatca ctgacatag	4920
atgtagaaaa tagagattta ttggctacaa gaccagcgtt tgggtggaaat ttgatagcta	4980
caatagtttg ttcagaccac agaccacaaa tggctacagt aagacctggt gtgtttgaaa	5040
aattacctgt taatgatgca aatgtttctg atgataaaat agaaaaagtt gcaattaaat	5100
taacagcatc agacataaga acaaaaagttt caaaaagttg taagcttgct aaagatatg	5160
cagatatcgg agaagctaag gtattagtgt ctggtggtag aggagtggga agcaaagaaa	5220
actttgaaaa acttgaagag ttagcaagtt tacttggtgg aacaatagcc gcttcaagag	5280
cagcaataga aaaagaatgg gttgataagg accttcaagt aggtcaaact ggtaaaactg	5340
taagaccaac tctttatatt gcatgtggtat tatcaggagc tatccagcat ttagcaggta	5400
tgcaagattc agattacata attgctataa ataaagatgt agaagcccca ataataagag	5460
tagcagattt ggctatatgtt ggtgatgtaa ataaagttgt accagaatta atagctcaag	5520
ttaaagctgc taataattaa gataaataaa aagaattatt taaagcttat tatgccaaaa	5580

tacttatata gtatitttgggt gtaaatgcat tgatagtttc tttaaattta gggaggctctg	5640
tttaatgaaa aaggtatgtg ttataggtgc aggtactatg gggttcaggaa ttgctcaggc	5700
atttgcagct aaaggatttg aagtagtatt aagagatatt aaagatgaat ttgttgatag	5760
aggattagat tttatcaata aaaatctttc taaattagtt aaaaaaggaa agatagaaga	5820
agctactaaa gttgaaatct taactagaat ttccggaaca gttgacctta atatggcagc	5880
tgattgcgat ttagttatag aagcagctgt tgaaagaatg gatattaaaa agcagatttt	5940
tgctgactta gacaatatat gcaagccaga aacaattctt gcatcaaata catcatcact	6000
ttcaataaca gaagtggcat cagcaactaa aagacctgat aaggttatag gtatgcattt	6060
ctttaatcca gctcctgtta tgaagcttgt agaggtaata agaggaatag ctacatcaca	6120
agaaactttt gatgcagtta aagagacatc tatagcaata ggaaaagatc ctgtagaagt	6180
agcagaagca ccaggatttg ttgtaaatag aatattaata ccaatgatta atgaagcagt	6240
tggtatatta gcagaaggaa tagcttcagt agaagacata gataaagcta tgaaacttgg	6300
agctaatac ccaatgggac cattagaatt aggtgatatt ataggtcttg atatatgtct	6360
tgctataatg gatgttttat actcagaaac tggagattct aagtatagac cacatacatt	6420
acttaagaag taigtaagag caggatggct tggaagaaaa tcaggaaaag gtttctacga	6480
ttattcaaaa taagtttaca agaatccgga tcctctagag tcgacgtcac gcgtccatgg	6540
agatctcgag gctgcagac atgcaagctt ggcaactggc gtcgttttac aacgtcgtga	6600
ctgggaaaac cctggcgta cccaacttaa tcgccttgca gcacatcccc ctttcgccag	6660
ctggcgtaat agcgaagagg cccgcaccga tcgcccttcc caacagttgc gcagcctgaa	6720
tggcgaatgg cgctagcata aaaataagaa gcttgcattt gcaggcttct tattttatg	6780
gcgcgccgca ttacttctt ttctatataa atatgagcga agcgaataag cgtcggaaaa	6840
gcagcaaaaa gtttctttt tgctgttggg gcatgggggt tcaggggggtg cagtatctga	6900
cgtcaatgcc gagcgaaagc gagccgaagg gtagcattta cgttagataa cccctgata	6960
tgctccgacg ctttatatag aaaagaagat tcaactaggt aaaatcttaa tataggttga	7020
gatgataagg ttataagga atttgtttgt tctaattttt cactcatttt gttctaattt	7080
cttttaacaa atgttctttt ttttttagaa cagttagat atagttagaa tagtttaaaa	7140
taaggagtga gaaaaagatg aaagaagat atggaacagt ctataaaggc tctcagaggc	7200
tcatagacga agaaagtgga gaagtcatag aggtagacaa gttataccgt aaacaaacgt	7260
ctggtaactt cgtaaaggca tatatagtgc aattaataag tatgttagat atgattggcg	7320
gaaaaaaact taaaatcggt aactatatcc tagataatgt ccaactaagt aacaatacaa	7380
tgatagctac aacaagagaa atagcaaaag ctacaggaac aagtctacaa acagtaataa	7440

caacacttaa aatcttagaa gaaggaaata ttataaaaag aaaaactgga gtattaatgt	7500
taaacctga actactaatg agaggcgacg accaaaaaca aaaatacttc ttactcgaat	7560
ttgggaactt tgagcaagag gcaaatgaaa tagattgacc tccaataac accacgtagt	7620
tattgggagg tcaatctatg aaatgcgatt aagggccggc cgaagcaaac ttaagagtgt	7680
gttgatagtg cagtatctta aaattttgta taataggaat tgaagttaaa ttagatgcta	7740
aaaatttgta attaagaagg agtgattaca tgaacaaaaa tataaaatat tctcaaaact	7800
ttttaacgag tgaaaaagta ctcaacaaa taataaaaca attgaattta aaagaaaccg	7860
ataccgttta cgaaattgga acaggtaaag ggcatttaac gacgaaactg gctaaaaata	7920
gtaaacaggt aacgtctatt gaattagaca gtcattctatt caacttatcg tcagaaaaat	7980
taaaactgaa tactcgtgtc actttaattc accaagatat tctacagttt caattcccta	8040
acaaacagag gtataaaatt gttgggagta ttccttacca tttaaacaca caaattatta	8100
aaaaagtggg ttttgaaagc catgcgtctg acatctatct gattgttgaa gaaggattct	8160
acaagcgta cttggatatt caccgaacac tagggttgct cttgcacact caagtctcga	8220
ttcagcaatt gcttaagctg ccagcgggaat gctttcatcc taaacaaaa gtaaacagtg	8280
tcttaataaa acttaccgc cataccacag atgttccaga taaatattgg aagctatata	8340
cgtactttgt ttcaaatgg gtcaatcgag aatatcgta actgtttact aaaaatcagt	8400
ttcatcaagc aatgaaacac gccaaagtaa acaatttaag taccgttact tatgagcaag	8460
tattgtctat ttttaatagt tatctattat ttaacgggag gaaataattc tatgagtcgc	8520
ttttgtaaat ttggaaagtt acacgttact aaagggaatg tgtttaaact cctttttgat	8580
aatctcatga ccaaaatccc ttaacgtgag ttttcgtcc actgagcgtc agaccccgta	8640
gaaaagatca aaggatcttc ttgagatcct tttttctgc gcgtaatctg ctgcttgcaa	8700
acaaaaaac caccgtacc agcgttggtt tgtttgccgg atcaagagct accaactctt	8760
tttccgaagg taactggctt cagcagagcg cagataccaa atactgttct tctagttag	8820
ccgtagttag gccaccactt caagaactct gtagcaccgc ctacatacct cgtctgcta	8880
atcctgttac cagtggctgc tgccagtggc gataagtcgt gtcttaccgg gttggactca	8940
agacgatagt taccgataa ggccgcagcg tgggctgaa cggggggttc gtgcacacag	9000
cccagcttg agcgaacgac ctacaccgaa ctgagatacc tacagcgtga gctatgagaa	9060
agcgccacgc ttcccgaagg gagaaggcg gacaggatc cggtaagcgg cagggtcgga	9120
acaggagagc gcacgaggga gcttccaggg ggaaacgcct ggtatcttta tagtcctgtc	9180
gggtttcgcc acctctgact tgagcgtcga tttttgtgat gctcgtcagg ggggcggagc	9240
ctatggaaaa acgccagcaa cgcgccttt ttacggttcc tggccttttg ctggcctttt	9300

gtcacatgt tctttcctgc gttatcccct gattctgtgg ataaccgtat taccgccttt 9360

gagtgagctg ataccgctcg ccgcagccga acgaccgagc gcagcgagtc agtgagcgag 9420

gaagcggaag agcgcccaat acgcagggcc ccctgcagg 9459

<210> 32

<211> 37

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 32

cccgggatcc aagcttacgg ctacctgtt acgactt 37

<210> 33

<211> 18

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 33

tttghtaatta agaaggag 18

<210> 34

<211> 18

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 34

gtagaatcct tcttcaac 18

<210> 35

<211> 14

<212> DNA

<213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer

<400> 35

gctggagcag atat 14

<210> 36

<211> 14

<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 36	
gctgtcattc cttc	14
<210> 37	
<211> 18	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 37	
cgtcagaccc cgtagaaa	18
<210> 38	
<211> 18	
<212> DNA	
<213> Artificial sequence	
<220><223> synthetic primer	
<400> 38	
ctctcctgtt ccgaccct	18
<210> 39	
<211> 2688	
<212> DNA	
<213> C. autoethanogenum	
<400> 39	
atgagaaatt tgtttatatt taacagcata aaaaataaga aagaggtgtc attaatgaag	60
gtaactaagg taactaacgt tgaagaatta atgaaaaagt tagatgaagt aacggctgct	120
caaaagaaat ttcttagcta tactcaagaa caagtggatg aaattttcag gcaggcagct	180
atggcagcca atagtgttag aatagactta gctaaaatgg cagtggaaga aagcggaatg	240
ggaattgtag aagacaaggt cattaaaaat catTTTgttg cagaatatat atataacaaa	300
tataagggtg aaaagacctg cggagtTctg gaacaagatg aaggcttttg tatggttaga	360
attgcagaac ctgtaggagt tattgcagca gtagttccaa caactaatcc aacatctaca	420
gcaatattta aatcactaat agctttaaaa actagaaatg gtatagtttt ttcaccacat	480

ccaagggcaa aaaaatcaac tattgcagca gctaagatag tacttgatgc agcagttaaa 540
 gctggtgccc ctgaaggaat tataggctgg atagatgaac cttctattga actttcacag 600
 gtggtaatga aagaagcaga tctaattctt gcaactgggtg gaccaggtat ggttaaggct 660
 gcctattctt caggaaagcc tgctatagga gttggtccag gtaatacacc tgctgtaatt 720
 gatgaaagtg ccgacattaa aatggcagta aattcaatac tactttcaa aacttttgat 780
 aatggtatga tttgtgcttc agagcagtca gtaatagtig caagctcaat atacgatgaa 840
 gtcaagaaag agtttgaga tagaggagca tatatattaa gtaaggatga aacagataag 900

gttggaaaaa caatcatgat taatggagct ttaaatgctg gaattgtagg gcaaagtgcc 960
 tttaaaatag ctcatagggc gggagtcagt gtaccggaag atgctaaaat acttatagga 1020
 gaagttaaat cggtagaacc tgaagaagag ccctttgctc atgaaaagct gtctccagtt 1080
 ctagccatgt acaaagcaaa agattttgat gaagcacttc taaaggctgg aagattagtt 1140
 gaacgaggtg gaatagggca tacatctgta ttgtatgtaa attcgatgac ggaaaaagta 1200
 aaagtagaaa agttcagaga aactatgaag accggtagaa cattgataaa tatgccttca 1260
 gcgcaaggcg ctataggaga tatatataac tttaaactag ctcttctttt gacattaggg 1320

tgtggttcct ggggaggaaa ctctgtatca gaaaatgttg gacctaaaca tttgttaaac 1380
 ataaagagtg ttgctgagag gagagaaaat atgctttggt ttagagtacc tgaaaaggtt 1440
 tatttcaaat atggcagcct tggagtigca ctaaaagaac tgagaattat ggagaagaaa 1500
 aaggcgttta tagtaacgga taaagttctt tatcaattag gttatgtaga taaaattaca 1560
 aagaacctcg atgaattaag agtttcatat aaaatattta cagatgtaga accagatcca 1620
 acccttgcta cagctaaaaa aggtgcagca gaactgcttt cctatgaacc agatacaatt 1680
 atagcagttg gtggtggttc ggcaatggat gctgccaaga tcatgtgggt aatgtatgag 1740

catccagaag taagatttga agatttggcc atgagattta tggatataag aaagagagta 1800
 tatgtttttc ctaagatggg agaaaaggca atgatgattt cagtagcaac atccgcagga 1860
 acagggtcag aagttactcc atttgagta attacggacg aaagaacagg agctaaatat 1920
 cctctggctg attatgaatt aactccaaac atggctatag ttgatgcaga acttatgatg 1980
 ggaatgcaa aggggctaac agcagcttca ggtatagatg cgttgactca tgcactggag 2040
 gcctatgtgt caataatggc ttcagaatat accaacggat tggctcttga agcaacaaga 2100
 ttagtattca aatatttgcc aatagcttat acagaaggta caattaatgt aaaggcaaga 2160

gaaaaaatgg ctcatgcttc atgtattgca ggtatggcct ttgccaatgc atttttaggg 2220
 gtatgccact ctatggcaca taaattggga gcacagcacc acataccaca tggaattgcc 2280
 aatgcactta tgatagatga agttataaaa ttcaatgctg tagaggctcc aaggaaacaa 2340

gcggcatttc cacaatataa atatccaaat gttaaaagaa gatatgctag aatagctgat 2400
 tacctaaatt taggtggaag tacagatgat gaaaaagtac aattgctaataaatgctata 2460
 gatgacttaa aaactaagtt aaatattcca aagactatta aagaagcagg agtttcagaa 2520
 gataaattct atgctacttt agatacaatg tcagaactgg cttttgatga tcaatgtaca 2580

ggagctaatac cagatatcc actaatagga gaaataaaac aaatgtatat aaatgcattt 2640
 gatacaccaa aggcaactgt ggagaagaaa acaagaaaga aaaagtaa 2688

<210> 40

<211> 895

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 40

Met Arg Asn Leu Phe Ile Phe Asn Ser Ile Lys Asn Lys Lys Glu Val

1 5 10 15

Ser Leu Met Lys Val Thr Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met Lys

20 25 30

Lys Leu Asp Glu Val Thr Ala Ala Gln Lys Lys Phe Ser Ser Tyr Thr

35 40 45

Gln Glu Gln Val Asp Glu Ile Phe Arg Gln Ala Ala Met Ala Ala Asn

50 55 60

Ser Ala Arg Ile Asp Leu Ala Lys Met Ala Val Glu Glu Ser Gly Met

65 70 75 80

Gly Ile Val Glu Asp Lys Val Ile Lys Asn His Phe Val Ala Glu Tyr

85 90 95

Ile Tyr Asn Lys Tyr Lys Gly Glu Lys Thr Cys Gly Val Leu Glu Gln

100 105 110

Asp Glu Gly Phe Gly Met Val Arg Ile Ala Glu Pro Val Gly Val Ile

115 120 125

Ala Ala Val Val Pro Thr Thr Asn Pro Thr Ser Thr Ala Ile Phe Lys

130 135 140

Ser Leu Ile Ala Leu Lys Thr Arg Asn Gly Ile Val Phe Ser Pro His

145 150 155 160

Pro Arg Ala Lys Lys Ser Thr Ile Ala Ala Ala Lys Ile Val Leu Asp

165 170 175

Ala Ala Val Lys Ala Gly Ala Pro Glu Gly Ile Ile Gly Trp Ile Asp

180 185 190

Glu Pro Ser Ile Glu Leu Ser Gln Val Val Met Lys Glu Ala Asp Leu

195 200 205

Ile Leu Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr Ser Ser

210 215 220

Gly Lys Pro Ala Ile Gly Val Gly Pro Gly Asn Thr Pro Ala Val Ile

225 230 235 240

Asp Glu Ser Ala Asp Ile Lys Met Ala Val Asn Ser Ile Leu Leu Ser

245 250 255

Lys Thr Phe Asp Asn Gly Met Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser Val Ile

260 265 270

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

275 280 285

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

290 295 300

Ile Met Ile Asn Gly Ala Leu Asn Ala Gly Ile Val Gly Gln Ser Ala

305 310 315 320

Phe Lys Ile Ala Gln Met Ala Gly Val Ser Val Pro Glu Asp Ala Lys

325 330 335

Ile Leu Ile Gly Glu Val Lys Ser Val Glu Pro Glu Glu Glu Pro Phe

340 345 350

Ala His Glu Lys Leu Ser Pro Val Leu Ala Met Tyr Lys Ala Lys Asp

355 360 365

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

370 375 380

Ile Gly His Thr Ser Val Leu Tyr Val Asn Ser Met Thr Glu Lys Val

385 390 395 400

Lys Val Glu Lys Phe Arg Glu Thr Met Lys Thr Gly Arg Thr Leu Ile

405 410 415
 Asn Met Pro Ser Ala Gln Gly Ala Ile Gly Asp Ile Tyr Asn Phe Lys

 420 425 430
 Leu Ala Pro Ser Leu Thr Leu Gly Cys Gly Ser Trp Gly Gly Asn Ser
 435 440 445
 Val Ser Glu Asn Val Gly Pro Lys His Leu Leu Asn Ile Lys Ser Val
 450 455 460
 Ala Glu Arg Arg Glu Asn Met Leu Trp Phe Arg Val Pro Glu Lys Val
 465 470 475 480
 Tyr Phe Lys Tyr Gly Ser Leu Gly Val Ala Leu Lys Glu Leu Arg Ile

 485 490 495
 Met Glu Lys Lys Lys Ala Phe Ile Val Thr Asp Lys Val Leu Tyr Gln
 500 505 510
 Leu Gly Tyr Val Asp Lys Ile Thr Lys Asn Leu Asp Glu Leu Arg Val
 515 520 525
 Ser Tyr Lys Ile Phe Thr Asp Val Glu Pro Asp Pro Thr Leu Ala Thr
 530 535 540
 Ala Lys Lys Gly Ala Ala Glu Leu Leu Ser Tyr Glu Pro Asp Thr Ile

 545 550 555 560
 Ile Ala Val Gly Gly Gly Ser Ala Met Asp Ala Ala Lys Ile Met Trp
 565 570 575
 Val Met Tyr Glu His Pro Glu Val Arg Phe Glu Asp Leu Ala Met Arg
 580 585 590
 Phe Met Asp Ile Arg Lys Arg Val Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly Glu
 595 600 605
 Lys Ala Met Met Ile Ser Val Ala Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser Glu

 610 615 620
 Val Thr Pro Phe Ala Val Ile Thr Asp Glu Arg Thr Gly Ala Lys Tyr
 625 630 635 640
 Pro Leu Ala Asp Tyr Glu Leu Thr Pro Asn Met Ala Ile Val Asp Ala
 645 650 655

Glu Leu Met Met Gly Met Pro Lys Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly Ile

660 665 670

Asp Ala Leu Thr His Ala Leu Glu Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala Ser

675 680 685

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

690 695 700

Tyr Leu Pro Ile Ala Tyr Thr Glu Gly Thr Ile Asn Val Lys Ala Arg

705 710 715 720

Glu Lys Met Ala His Ala Ser Cys Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala Asn

725 730 735

Ala Phe Leu Gly Val Cys His Ser Met Ala His Lys Leu Gly Ala Gln

740 745 750

His His Ile Pro His Gly Ile Ala Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu Val

755 760 765

Ile Lys Phe Asn Ala Val Glu Ala Pro Arg Lys Gln Ala Ala Phe Pro

770 775 780

Gln Tyr Lys Tyr Pro Asn Val Lys Arg Arg Tyr Ala Arg Ile Ala Asp

785 790 795 800

Tyr Leu Asn Leu Gly Gly Ser Thr Asp Asp Glu Lys Val Gln Leu Leu

805 810 815

Ile Asn Ala Ile Asp Asp Leu Lys Thr Lys Leu Asn Ile Pro Lys Thr

820 825 830

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

835 840 845

Thr Met Ser Glu Leu Ala Phe Asp Asp Gln Cys Thr Gly Ala Asn Pro

850 855 860

Arg Tyr Pro Leu Ile Gly Glu Ile Lys Gln Met Tyr Ile Asn Ala Phe

865 870 875 880

Asp Thr Pro Lys Ala Thr Val Glu Lys Lys Thr Arg Lys Lys Lys

885 890 895

<210> 41

<211> 2613

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 41

atgaaagtta caaacgtaga agaactaatg aaaagactag aagaataaa ggatgctcaa	60
aagaaatttg ctacatafac tcaagaacaa gtggatgaaa ttttagaca agcagctatg	120
gcagctaata gtgctagaat agaactagct aaaatggcag tagaagaaag cggaatggga	180
attgtagaag acaaggttat taaaaatcac ttgcttcag aatatatata taacaaatat	240
aaggatgaaa aaacctgtgg agtttttagag agagatgcag gctttggtat agttagaatt	300
gcggaacctg taggagttat tgcagcagta gttccaacaa ctaatccaac atctacagca	360
atattttaat cactaatagc tttaaaaact agaaatggta taattttttc accccatcca	420
agggcaaaga aatcaactat tgcagcagct aaaatagtag ttgacgctgc agttaagct	480
ggtgctcctg aaggaattat aggatggata gatgaacctt ccattgaact ttcacaggtg	540
gtaatgggag aagcaaattt aattcttgca actggtggtc cgggtatggt taaggctgcc	600
tattcttcag gcaaacctgc tgtgggagtt ggtccaggta acacacctgc tgtaattgat	660
gaaagtgccg acattaaaat ggcagtaaat tcaatattac tatcaaaaac ttttgataat	720
ggtatgattt gtgcctcaga gcagtcagta atagtttttag actcaatata tgaggaagtt	780
aaaaaagaat ttgcttatag ggggtgcttat atattaagta aggatgaaac agataaggtt	840
ggaaaaataa ttttaaaaaa tggagcctta aatgcaggta ttgtaggaca acctgctttt	900
aaaatagcac agctggcagg agtggatgta ccagaaaaag ctaaagtact tataggagag	960
glagaatcgg tagaacttga agaaccattt tctcatgaaa agttatctcc agtttttagct	1020
atgtacaggg caagaaattt tgaggatgcc attgcaaaaa ctgataaact ggttagggca	1080
ggtggatttg gacatacatc ttcatgtat ataaatccaa tgacagaaaa agcaaaagta	1140
gaaaaattta gtactatgat gaaaacatca agaactataa ttaacacacc ttcattccaa	1200
ggtggtatag gtgatatata taactttaaa ctagctcctt ctttgacatt aggctgcggt	1260
tcctgggggg gaaattctgt atccgaaaat gttgggccta aacatttatt aaacataaaa	1320
agtgttgctg agaggagaga aaatatgctt tggtttagag tacctgaaaa ggtttatttc	1380
aaatatggta gtcttggagt tgcattaaaa gagttaaaag ttatgaataa gaagaaagta	1440
tttatagtaa cagataaagt tctttatcaa ttaggttatg tggacaaagt tacaaaagtt	1500
cttgaggaac taaaaatttc ctataaggta ttacagatg tagaaccaga tccaaccctt	1560
gctacagcta aaaaagggtgc agcagaactg ctttcctatg aaccggatac aattatatca	1620

gttgggtggtg gttcagcaat ggatgcagct aagatcatgt gggtaatgta tgagcatcca 1680
 gaagtaaaat ttgaagattt agctatgaga tttatggata taagaaagag agtatatgtt 1740
 ttcctaaga tgggagaaaa ggcaatgatg atttcagtag caacatccgc aggaacaggg 1800
 tcggaagtta ctccatttgc agtaatcact gatgaaaaaa caggagctaa atatccatta 1860
 gctgattatg aactaactcc agacatggct atagttgatg cagaacttat gatgggaatg 1920

ccaagaggac ttacagcagc ttcgggtata gatgcattaa cccatgcact ggaggcgtat 1980
 gigtcaataa tggctacaga atttaccat ggattagccc ttgaagcagt aaagttgata 2040
 tttgaatatt taccaaaagc ttatacagaa ggtacaacta atgtaaagc aagagaaaag 2100
 atggctcatg cticattgat tgcaggtagt gcctttgcaa atgcattttt aggggtatgc 2160
 cactctatgg cacataaatt gggagcacag catcacatac cacatggaat tgccaatgca 2220
 cttatgatag atgaagttat aaaattcaat gctgtagatg atccaataaa acaagctgca 2280
 tttcccaat acgagtatcc aaatgctagg tatagatatg ctcatagatg tgattgtctg 2340

aacttgggag gaaatacaga agaggaaaag gtacaactat taataaatgc tatagatgat 2400
 ttaaaagcta agttaaatat tccagaaact ataaaagaag caggagtttc agaagataaa 2460
 ttctatgcta ctttagataa aatgtcagaa ttagcttttg atgatcagtg tacaggagct 2520
 aatccaagat atccactgat aagtgaata aaacaaatgt atataaatgt ttttgataaa 2580
 accgaaccaa ttgtagaaga tgaagaaaag taa 2613

<210> 42

<211> 508

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 42

Met Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met Lys Arg Leu Glu Glu Ile

1	5	10	15
Lys	Asp	Ala	Gln
Lys	Lys	Phe	Ala
Thr	Tyr	Thr	Gln
Glu	Gln	Val	Asp
20	25	30	
Glu	Ile	Phe	Arg
Gln	Ala	Ala	Met
Ala	Ala	Asn	Ser
Ala	Arg	Ile	Glu
35	40	45	
Leu	Ala	Lys	Met
Ala	Val	Glu	Glu
Ser	Gly	Met	Gly
Ile	Val	Glu	Asp
50	55	60	
Lys	Val	Ile	Lys
Asn	His	Phe	Ala
Ser	Glu	Tyr	Ile
Tyr	Asn	Lys	Tyr

65				70				75				80			
Lys	Asp	Glu	Lys	Thr	Cys	Gly	Val	Leu	Glu	Arg	Asp	Ala	Gly	Phe	Gly
85				90				95							
Ile	Val	Arg	Ile	Ala	Glu	Pro	Val	Gly	Val	Ile	Ala	Ala	Val	Val	Pro
100				105				110							
Thr	Thr	Asn	Pro	Thr	Ser	Thr	Ala	Ile	Phe	Lys	Ser	Leu	Ile	Ala	Leu
115				120				125							
Lys	Thr	Arg	Asn	Gly	Ile	Ile	Phe	Ser	Pro	His	Pro	Arg	Ala	Lys	Lys
130				135				140							
Ser	Thr	Ile	Ala	Ala	Ala	Lys	Ile	Val	Leu	Asp	Ala	Ala	Val	Lys	Ala
145				150				155				160			
Gly	Ala	Pro	Glu	Gly	Ile	Ile	Gly	Trp	Ile	Asp	Glu	Pro	Ser	Ile	Glu
165				170				175							
Leu	Ser	Gln	Val	Val	Met	Gly	Glu	Ala	Asn	Leu	Ile	Leu	Ala	Thr	Gly
180				185				190							
Gly	Pro	Gly	Met	Val	Lys	Ala	Ala	Tyr	Ser	Ser	Gly	Lys	Pro	Ala	Val
195				200				205							
Gly	Val	Gly	Pro	Gly	Asn	Thr	Pro	Ala	Val	Ile	Asp	Glu	Ser	Ala	Asp
210				215				220							
Ile	Lys	Met	Ala	Val	Asn	Ser	Ile	Leu	Leu	Ser	Lys	Thr	Phe	Asp	Asn
225				230				235				240			
Gly	Met	Ile	Cys	Ala	Ser	Glu	Gln	Ser	Val	Ile	Val	Leu	Asp	Ser	Ile
245				250				255							
Tyr	Glu	Glu	Val	Lys	Lys	Glu	Phe	Ala	Tyr	Arg	Gly	Ala	Tyr	Ile	Leu
260				265				270							
Ser	Lys	Asp	Glu	Thr	Asp	Lys	Val	Gly	Lys	Ile	Ile	Leu	Lys	Asn	Gly
275				280				285							
Ala	Leu	Asn	Ala	Gly	Ile	Val	Gly	Gln	Pro	Ala	Phe	Lys	Ile	Ala	Gln
290				295				300							
Leu	Ala	Gly	Val	Asp	Val	Pro	Glu	Lys	Ala	Lys	Val	Leu	Ile	Gly	Glu
305				310				315				320			

Val Glu Ser Val Glu Leu Glu Glu Pro Phe Ser His Glu Lys Leu Ser

325 330 335
Pro Val Leu Ala Met Tyr Arg Ala Arg Asn Phe Glu Asp Ala Ile Ala
340 345 350
Lys Thr Asp Lys Leu Val Arg Ala Gly Gly Phe Gly His Thr Ser Ser
355 360 365
Leu Tyr Ile Asn Pro Met Thr Glu Lys Ala Lys Val Glu Lys Phe Ser
370 375 380
Thr Met Met Lys Thr Ser Arg Thr Ile Ile Asn Thr Pro Ser Ser Gln

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

450 455 460
Leu Gly Val Ala Leu Lys Glu Leu Lys Val Met Asn Lys Lys Lys Val
465 470 475 480
Phe Ile Val Thr Asp Lys Val Leu Tyr Gln Leu Gly Tyr Val Asp Lys
485 490 495
Val Thr Lys Val Leu Glu Glu Leu Lys Asn Phe Leu
500 505

<210> 43

<211> 1554

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400

> 43

ttggaaaatt ttgataaaga cttacgttct atacaagaag caagagatct tgcacgttta 60
ggaaaaattg cagcagacca aattgctgat tatactgaag aacaaattga taaaatccta 120

tgtaatatgg ttagggtagc agaagaaaat gcagtttgcc ttggtaaaat ggctgcagaa 180
gaaactggtt ttggaaaagc tgaagataag gcttataaga accatatggc tgctactaca 240
gtatataatt acatcaagga tatgaagact attggtgtta taaaagaaga taaaagtga 300
ggtgtaattg aatttgcaga accagttggt ttattaatgg gtattgtacc atctacaaat 360
ccaacatcta ctgttattta taaatcaatc attgcaatta aatcaagaaa tgcaattgta 420

ttctcaccac acccagctgc attaaaatgt tcaacaaaag caatagaact tatgcgtgat 480
gcagcagtag cagcaggagc tcctgcaaat gtaattggtg gtattgttac accatctata 540
caagctacaa atgaacttat gaaagctaaa gaagttgcta tgataattgc aactggaggc 600
cctggaatgg taaaggctgc atatatgttca ggaacacctg caataggcgt tgggtgctggt 660
aactctccat cctatatga aagaactgct gatgttcac aatcagttaa agatataata 720
gctagtaaga gttttgacta tgggtactatt tgtgcacccg agcagtctgt aattgcagaa 780
gaatgcaacc atgatgaaat agtagctgaa ttaagaaac aaggcggata ttcatgaca 840

gctgaagaaa ctgcaaaagt ttgcagcgta ctttttaaac ctggtacaca cagcatgagc 900
gctaagtttg taggaagagc tcctcagggt atagcagaag ctgcagggtt cacagttcca 960
gaaggaacaa aaglattaat aggagaacaa ggcggagtgt gtaatgggtta ccctctatct 1020
tatgagaaac ttacaacagt acttgctttc tatacagtta aagattggca tgaagcatgt 1080
gagcttagta taagattact tcaaaatggt ctggacata caatgaacat tcatacaaat 1140
gatagagact tagtaatgaa gtttgctaaa aaaccagcat cccgtatctt agttaatact 1200
ggtggaagcc agggaggtac tgggtcaagc acaggattag cacctgcatt tacattaggt 1260

tgtggtacat ggggaggaag ctctgtttct gaaaatgtta ctccattaca tttaatcaat 1320
ataaagagag tagcatatgg tcttaaagat tgtactacat tagctgcaga cgatacaact 1380
ttcaatcacc ctgaactttg cggaagcaaa aatgacttag gattctgtgc tacaagccct 1440
gcagaatttg cagcaaagag caattgtgat agcactgctg cagatactac tgataatgat 1500
aaacttgcta gactcgtaag tgaattagta gctgcaatga agggagctaa ctaa 1554

<210> 44

<211> 517

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 44

Met Glu Asn Phe Asp Lys Asp Leu Arg Ser Ile Gln Glu Ala Arg Asp

Leu Ala Arg Leu Gly Lys Ile Ala Ala Asp Gln Ile Ala Asp Tyr Thr
 20 25 30
 Glu Glu Gln Ile Asp Lys Ile Leu Cys Asn Met Val Arg Val Ala Glu
 35 40 45
 Glu Asn Ala Val Cys Leu Gly Lys Met Ala Ala Glu Glu Thr Gly Phe
 50 55 60
 Gly Lys Ala Glu Asp Lys Ala Tyr Lys Asn His Met Ala Ala Thr Thr

 65 70 75 80
 Val Tyr Asn Tyr Ile Lys Asp Met Lys Thr Ile Gly Val Ile Lys Glu
 85 90 95
 Asp Lys Ser Glu Gly Val Ile Glu Phe Ala Glu Pro Val Gly Leu Leu
 100 105 110
 Met Gly Ile Val Pro Ser Thr Asn Pro Thr Ser Thr Val Ile Tyr Lys
 115 120 125
 Ser Ile Ile Ala Ile Lys Ser Arg Asn Ala Ile Val Phe Ser Pro His

 130 135 140
 Pro Ala Ala Leu Lys Cys Ser Thr Lys Ala Ile Glu Leu Met Arg Asp
 145 150 155 160
 Ala Ala Val Ala Ala Gly Ala Pro Ala Asn Val Ile Gly Gly Ile Val
 165 170 175
 Thr Pro Ser Ile Gln Ala Thr Asn Glu Leu Met Lys Ala Lys Glu Val
 180 185 190
 Ala Met Ile Ile Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr

 195 200 205
 Ser Ser Gly Thr Pro Ala Ile Gly Val Gly Ala Gly Asn Ser Pro Ser
 210 215 220
 Tyr Ile Glu Arg Thr Ala Asp Val His Gln Ser Val Lys Asp Ile Ile
 225 230 235 240
 Ala Ser Lys Ser Phe Asp Tyr Gly Thr Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser
 245 250 255
 Val Ile Ala Glu Glu Cys Asn His Asp Glu Ile Val Ala Glu Phe Lys

260 265 270
 Lys Gln Gly Gly Tyr Phe Met Thr Ala Glu Glu Thr Ala Lys Val Cys
 275 280 285
 Ser Val Leu Phe Lys Pro Gly Thr His Ser Met Ser Ala Lys Phe Val
 290 295 300
 Gly Arg Ala Pro Gln Val Ile Ala Glu Ala Ala Gly Phe Thr Val Pro
 305 310 315 320
 Glu Gly Thr Lys Val Leu Ile Gly Glu Gln Gly Gly Val Gly Asn Gly

 325 330 335
 Tyr Pro Leu Ser Tyr Glu Lys Leu Thr Thr Val Leu Ala Phe Tyr Thr
 340 345 350
 Val Lys Asp Trp His Glu Ala Cys Glu Leu Ser Ile Arg Leu Leu Gln
 355 360 365
 Asn Gly Leu Gly His Thr Met Asn Ile His Thr Asn Asp Arg Asp Leu
 370 375 380
 Val Met Lys Phe Ala Lys Lys Pro Ala Ser Arg Ile Leu Val Asn Thr

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

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

515

<210

> 45

<211> 1446

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 45

gtggaaaatg ctgcacgagc acaaaaaatg ttagcaacct ttccacaaga aaagctagat	60
gagattgttg aacgtatggc ggaagaaatc ggaaaacata cccgagagct tgctgtaatg	120
tcacaggatg aaactgggta tggaaaatgg caggataaat gcatcaaaaa ccgatttgcc	180
tgtgagtatt tgccagctaa gcttagagga atgcgatgtg taggtattat taatgaaat	240
ggtcaggata agaccatgga tgtaggtgta cctatgggtg taattattgc attatgtcct	300
gcaactagtc cggtttctac taccatatat aaggcattga ttgcaattaa gtctggtaat	360
gcaattatct tttctccaca tcttagagca aaggagacaa tttgtaaggc gcttgacatc	420
atgattcgtg cagctgaagg atatgggctt ccagaaggag ctcttgcata cttacatact	480
gtgacgccta gtggaacaat cgaattgatg aaccatattg cgacttcttt gattatgaat	540
acagggtgtc ccgggatgct taaagcagca tataattctg ggaaacctgt tatatatgga	600
ggaactggta atggaccagc atttattgaa cgtacagctg acatcaaaca ggccggtaaaa	660
gatattattg ctagtaagac ctttgataac ggaatagtag catcagctga acaatctatt	720
gtttagata gctgtgttgc atctgatgtt aaacgtgagt tgcaaaataa tgggtgcatat	780
ttcatgacag aggaggaagc acaaaaacta gggtctctct tttccgttc tgatggcagt	840
atggattcag aaatggttgg caaatccgca caaagattgg ctaaaaaagc aggtttcagc	900
attcctgaaa gtagcacagt gctaatttca gacagaaat atgtttctca agataatcct	960
tattccaagg agaaactttg tccggtacta gcttactaca ttgaagatga ttggatgcat	1020
gcatgtgaaa agtgatttga actgctgtta agtgagagac atgggtcacac tcttggtata	1080
cattcaaaag acgaagatgt aattcgccag ttgcatata aaaaacctgt aggtaggata	1140
cttgtaata cgctgcttc ctttggtagt atgggtgcta caagtaattt atttcctgct	1200
ttaactttag gtagtggatc ggcaggtaaa ggtattacct ccgataatgt ttcaccaatg	1260
aatcttattt acgtccgcaa agtcggatat ggcgtacgga atgtagaaga gattgtcaat	1320
actaatggat tgtttacaga agaaaaaagi gatttgaatg gaatgacaaa aaagtcagac	1380
tataatccag aggatataca aatgttacag catattttta aaaaagctat ggaaaaaatt	1440
aaatag	1446

<210> 46

<211> 481

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 46

Met Glu Asn Ala Ala Arg Ala Gln Lys Met Leu Ala Thr Phe Pro Gln

1 5 10 15
Glu Lys Leu Asp Glu Ile Val Glu Arg Met Ala Glu Glu Ile Gly Lys

20 25 30
His Thr Arg Glu Leu Ala Val Met Ser Gln Asp Glu Thr Gly Tyr Gly

35 40 45
Lys Trp Gln Asp Lys Cys Ile Lys Asn Arg Phe Ala Cys Glu Tyr Leu

50 55 60
Pro Ala Lys Leu Arg Gly Met Arg Cys Val Gly Ile Ile Asn Glu Asn

65 70 75 80
Gly Gln Asp Lys Thr Met Asp Val Gly Val Pro Met Gly Val Ile Ile

85 90 95
Ala Leu Cys Pro Ala Thr Ser Pro Val Ser Thr Thr Ile Tyr Lys Ala

100 105 110
Leu Ile Ala Ile Lys Ser Gly Asn Ala Ile Ile Phe Ser Pro His Pro

115 120 125
Arg Ala Lys Glu Thr Ile Cys Lys Ala Leu Asp Ile Met Ile Arg Ala

130 135 140
Ala Glu Gly Tyr Gly Leu Pro Glu Gly Ala Leu Ala Tyr Leu His Thr

145 150 155 160
Val Thr Pro Ser Gly Thr Ile Glu Leu Met Asn His Ile Ala Thr Ser

165 170 175
Leu Ile Met Asn Thr Gly Val Pro Gly Met Leu Lys Ala Ala Tyr Asn

180 185 190
Ser Gly Lys Pro Val Ile Tyr Gly Gly Thr Gly Asn Gly Pro Ala Phe

195 200 205

Ile Glu Arg Thr Ala Asp Ile Lys Gln Ala Val Lys Asp Ile Ile Ala
 210 215 220
 Ser Lys Thr Phe Asp Asn Gly Ile Val Pro Ser Ala Glu Gln Ser Ile
 225 230 235 240
 Val Val Asp Ser Cys Val Ala Ser Asp Val Lys Arg Glu Leu Gln Asn
 245 250 255
 Asn Gly Ala Tyr Phe Met Thr Glu Glu Glu Ala Gln Lys Leu Gly Ser
 260 265 270
 Leu Phe Phe Arg Ser Asp Gly Ser Met Asp Ser Glu Met Val Gly Lys
 275 280 285
 Ser Ala Gln Arg Leu Ala Lys Lys Ala Gly Phe Ser Ile Pro Glu Ser
 290 295 300
 Ser Thr Val Leu Ile Ser Glu Gln Lys Tyr Val Ser Gln Asp Asn Pro
 305 310 315 320
 Tyr Ser Lys Glu Lys Leu Cys Pro Val Leu Ala Tyr Tyr Ile Glu Asp
 325 330 335
 Asp Trp Met His Ala Cys Glu Lys Cys Ile Glu Leu Leu Leu Ser Glu
 340 345 350
 Arg His Gly His Thr Leu Val Ile His Ser Lys Asp Glu Asp Val Ile
 355 360 365
 Arg Gln Phe Ala Leu Lys Lys Pro Val Gly Arg Ile Leu Val Asn Thr
 370 375 380
 Pro Ala Ser Phe Gly Ser Met Gly Ala Thr Ser Asn Leu Phe Pro Ala
 385 390 395 400
 Leu Thr Leu Gly Ser Gly Ser Ala Gly Lys Gly Ile Thr Ser Asp Asn
 405 410 415
 Val Ser Pro Met Asn Leu Ile Tyr Val Arg Lys Val Gly Tyr Gly Val
 420 425 430
 Arg Asn Val Glu Glu Ile Val Asn Thr Asn Gly Leu Phe Thr Glu Glu
 435 440 445
 Lys Ser Asp Leu Asn Gly Met Thr Lys Lys Ser Asp Tyr Asn Pro Glu

450	455	460	
Asp Ile Gln Met Leu Gln His Ile Leu Lys Lys Ala Met Glu Lys Ile			
465	470	475	480
Lys			
<210>	47		
<211>	490		
<212>	DNA		
<213>	Clostridium autoethanogenum		
<400>	47		
aagcgccgc aaaatagttg ataataatgc agagttataa acaaaggtga aaagcattac		60	
ttgtattctt ttttatatat tattataaat taaaatgaag ctgtattaga aaaaatacac		120	
acctgtaata taaaatttta aattaatttt taattttttc aaaatgtatt ttacatgttt		180	
agaattttga tgtatattaa aatagtagaa tacataagat acttaattta attaaagata		240	
gttaagtact tticaatgtg cttttttaga tgtttaatac aaatctttaa ttgtaaaaga		300	
aatgctgtac tatttactgt actagtgcg ggattaaact gtattaatta taaataaaaa		360	
ataagtacag ttgtttaaaa ttatattttg tattaaatct aatgtacga tgtaagttat		420	
tttatactat tgctagttta ataaaaagat ttaattatat gcttgaaaag gagaggaatc		480	
catatgcgta		490	
<210>	48		
<211>	500		
<212>	DNA		
<213>	Clostridium autoethanogenum		
<400>	48		
ataccataaa ttacttgaaa aatagttgat aataatgtag agttataaac aaaggtgaaa		60	
agcattactt gtattctttt ttatatatta ttataaatta aaatgaagct gtattagaaa		120	
aaatacacac ctgtaatata aaattttaaa ttaattttta attttttcaa aatgtatttt		180	
acatgtttag aattttgatg tatattaaaa tagtagaata cataagatac ttaatttaat		240	
taaagatagt taagtacttt tcaatgtgct ttttttagatg tttaatacaa atctttaatt		300	
gtaaaagaaa tgctgtacta ttactgttac tagtgacggg attaaactgt attaattata		360	
aataaaaaat aagtacagtt gtttaaaatt atattttgta ttaaatctaa tagtacgatg		420	
taagttattt tatactattg ctagtttaat aaaaagattt aattatatac ttgaaaagga		480	

gaggaaat ttt tatgcgtaaa 500

<210> 49

<211> 200

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 49

tagaaaaaca tgiatacaaa attaaaaaac tattataaca catagtatca atattgaagg 60

taatactgtt caatatcgat acagataaaa aaaatatata atacagaaga aaaaattata 120

aatttgggt ataataaaa gtatagtaat ttaagtttaa acctcgtgaa aacgctaaca 180

aataatagga ggtgtattat 200

<210> 50

<211> 300

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 50

atctgtatat tttttccat ttaattatt tgiactataa tattacactg agtgtattgt 60

atatttaaaa aatatttgggt acaattagtt agttaataa attctaaatt gtaaattatc 120

agaatcctta ttaaggaaat acatagattt aaggagaaat cataaaaagg tgtaataaa 180

actggctaaa attgagcaaa aattgagcaa ttaagacttt ttgattgtat ctttttatat 240

atttaaggta tataatcctta tttatattgg gggaacttga tgaataaaca tattctagac 300

<210> 51

<211> 2613

<212> DNA

<213>

> Clostridium autoethanogenum

<400> 51

atgaaagtta caaacgtaga agaactaatg aaaagactag aagaaataaa ggatgctcaa 60

aagaaatttg ctacatatat tcaagaacaa gtggatgaaa ttttagaca agcagctatg 120

gcagctaata gtctagaat agaactagct aaaatggcag tagaagaaag cggaatggga 180

attgtagaag acaaggttat taaaaatcac ttgcttcag aatatatata taacaaatat 240

aaggatgaaa aaacctgtgg agtttttagag agagatgcag gctttgttat agttagaatt 300

gcggaacctg taggagttat tgcagcagta gttccaacaa ctaatccaac atctacagca 360

atatttaaat cactaatagc tttaaaaact agaaatggta taattttttc accccatcca 420

agggcaaaga aatcaactat tgcagcagct aaaatagtac ttgacgctgc agttaagct 480
 ggtgctcctg aaggaattat aggatggata gatgaacctt ccattgaact ttcacagggtg 540
 gtaatgggag aagcaaatTT aattcttgca actggtggtc cgggtatggt taaggctgcc 600
 tattcttcag gcaaacctgc tgtgggagtt ggtccaggta acacacctgc tgtaattgat 660
 gaaagtgccg acattaaaa ggcagtaaat tcaatattac tatcaaaaac ttttgataat 720
 ggtatgattt gtgcctcaga gcagtcagta atagtttttag actcaatata tgaggaggtt 780
 aaaaaagaat ttgcttatag ggggtgcttat atattaagta aggatgaaac agataaggtt 840

ggaaaaataa ttttaaaaaa tggagcctta aatgcaggta ttgtaggaca acctgctttt 900
 aaaatagcac agctggcagg agtggatgta ccagaaaaag ctaaagtact tataggagag 960
 gtagaatcgg tagaacttga agaaccattt tctcatgaaa agttatctcc agtttttagct 1020
 atgtacaggg caagaaattt tgaggatgcc attgcaaaaa ctgataaaact ggttagggca 1080
 ggtggatttg gacatacatc ttcattgtat ataaatccaa tgacagaaaa agcaaaagta 1140
 gaaaaattta gtactatgat gaaaacatca agaactataa ttaacacacc ttcatcccaa 1200
 ggtggtatag gtgatatata taactttaaa ctagctcctt ctttgacatt aggctgcggt 1260

tcctgggggg gaaattctgt atccgaaaat gttgggccta aacatttatt aaacataaaa 1320
 agtgttgctg agaggagaga aaatatgctt tggtttagag tacctgaaaa ggtttatttc 1380
 aaatatggta gtcttggagt tgcattaaaa gagttaaaag ttatgaataa gaagaaagta 1440
 tttatagtaa cagataaagt tctttatcaa ttaggttatg tggacaaagt tacaaaagtt 1500
 cttaggaac taaaaatttc ctataaggta tttacagatg tagaaccaga tccaaccctt 1560
 gctacagcta aaaaagggtc agcagaactg ctttcctatg aaccggatag aattatatca 1620
 gttggtgggt gttcagcaat ggatgcagct aagatcatgt gggtaatgta tgagcatcca 1680

gaagtaaaat ttgaagattt agctatgaga tttatggata taagaaagag agtatatgtt 1740
 ttcctaaga tgggagaaaa ggcaatgatg atttcagtag caacatccgc aggaacaggg 1800
 tcggaagtta ctccatttgc agtaatcact gatgaaaaaa caggagctaa atatccatta 1860
 gctgattatg aactaactcc agacatggct atagttgatg cagaacttat gatgggaatg 1920
 ccaagaggac ttacagcagc ttcgggtata gatgcattaa cccatgcact ggaggcgtat 1980
 gtgtcaataa tggctacaga atttaccat ggattagccc ttgaagcagt aaagttgata 2040
 tttgaatatt taccaaaagc ttatacagaa ggtacaacta atgtaaaggc aagagaaaag 2100

atggctcatg cttcatgtat tgcaggtagt gcctttgcaa atgcattttt aggggtatgc 2160
 cactctatgg cacataaatt gggagcacag catcacatac cacatggaat tgccaatgca 2220
 cttatgatag atgaagttat aaaattcaat gctgtagatg atccaataaa acaagctgca 2280

tttccccaat acgagtatcc aaatgctagg tatagatatg ctacagatagc tgattgtctg 2340
aacttgggag gaaatacaga agaggaaaag gtacaactat taataaatgc tatagatgat 2400
ttaaagcta agttaaatat tccagaaact ataaaagaag caggagtttc agaagataaa 2460
ttctatgcta ctttagataa aatgtcagaa ttagcttttg atgatcagtg tacaggagct 2520

aatccaagat atccactgat aagtgaata aaacaaatgt atataaatgt ttttgataaa 2580
accgaaccaa ttgtagaaga tgaagaaaag taa 2613

<210> 52

<211> 324

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 52

Met Asp Ala Ala Lys Ile Met Trp Val Met Tyr Glu His Pro Glu Val

1 5 10 15

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

20 25 30

Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly Glu Lys Ala Met Met Ile Ser Val Ala

35 40 45

Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Pro Phe Ala Val Ile Thr

50 55 60

Asp Glu Lys Thr Gly Ala Lys Tyr Pro Leu Ala Asp Tyr Glu Leu Thr

65 70 75 80

Pro Asp Met Ala Ile Val Asp Ala Glu Leu Met Met Gly Met Pro Arg

85 90 95

Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly Ile Asp Ala Leu Thr His Ala Leu Glu

100 105 110

Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala Thr Glu Phe Thr Asn Gly Leu Ala Leu

115 120 125

Glu Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Tyr Leu Pro Lys Ala Tyr Thr Glu

130 135 140

Gly Thr Thr Asn Val Lys Ala Arg Glu Lys Met Ala His Ala Ser Cys

145 150 155 160

Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala Asn Ala Phe Leu Gly Val Cys His Ser

165 170 175
Met Ala His Lys Leu Gly Ala Gln His His Ile Pro His Gly Ile Ala
180 185 190
Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu Val Ile Lys Phe Asn Ala Val Asp Asp
195 200 205
Pro Ile Lys Gln Ala Ala Phe Pro Gln Tyr Glu Tyr Pro Asn Ala Arg
210 215 220
Tyr Arg Tyr Ala Gln Ile Ala Asp Cys Leu Asn Leu Gly Gly Asn Thr

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

290 295 300
Lys Gln Met Tyr Ile Asn Val Phe Asp Lys Thr Glu Pro Ile Val Glu
305 310 315 320
Asp Glu Glu Lys

<210> 53

<211> 1194

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 53

atggaaataa aattaggggg aataataatg gagagattta cgttgccaag agacatttac 60

tttggagaag atgctttggg tgctttgaaa acgttaaaag gtaagaaagc tgtagtagtt 120

gttggaggag gatccatgaa gagattcggg ttccttgaca aggtagaaga atacttaaaa 180

gaagcaaaca tagaagttaa actaatagaa ggtgttgaac cagatccgtc tgtggaacc 240

gttatgaaag gtgccaaaat aatgacagaa ttggggccag attggatagt tgctattgga 300
 ggaggttcac caatagatgc tgcaaaggct atgtggctat tttatgaata tccagatttt 360
 acttttaaac aagcaattgt tccgtttgga ttaccagaat taagacaaaa agctaaattt 420
 gtagctatag ctctactag tggaacagct actgaagtta cttcattttc agtaataact 480
 gattataaag ctaaaataaa gtatccttta gctgacttca atttgacacc ggatatagct 540
 atagttgac cagcattagc ccagacaatg ccacctaaat taactgcaca tactggtatg 600

gatgcattaa ctcatgcaat agaagcttat gtagcatcag ctagatcaga tatttcagat 660
 ccacttgcaa tacattccat aattatgaca agggataact tacttaaate ctataagggt 720
 gataaagatg ctagaaataa gatgcataata tcacaatgtt tagcaggtat ggcatittct 780
 aatgcacttc ttggtataac tcatagttta gcacataaaa caggagctgt atggcacata 840
 ccacatggat gcgctaagc aatatatctt ccatatgttt tagattttta taaaaaagct 900
 tgctcagata gatatgctaa tatagctaaa atattaggac ttaaaggaac tactgaagat 960
 gaattggtag attctctagt taaaatggta caagatatgg ataaggaatt gaatatacct 1020

ttgaccttaa aagattatgg tataagcaaa gatgatttca attcaaagt tgattttata 1080
 gcaaagaatg cgctcttaga tgcatgtaca ggagctaate caaggcctat agattttgat 1140
 caaatgaaaa agatacttca atgtatatat gatggaaaaa aggtaacttt ttaa 1194

<210> 54

<211> 397

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 54

Met Glu Ile Lys Leu Gly Gly Ile Ile Met Glu Arg Phe Thr Leu Pro

1 5 10 15

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

20 25 30

Lys Gly Lys Lys Ala Val Val Val Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg

35 40 45

Phe Gly Phe Leu Asp Lys Val Glu Glu Tyr Leu Lys Glu Ala Asn Ile

50 55 60

Glu Val Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu Pro Asp Pro Ser Val Glu Thr

65 70 75 80

Val Met Lys Gly Ala Lys Ile Met Thr Glu Phe Gly Pro Asp Trp Ile

85 90 95

Val Ala Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp

100 105 110

Leu Phe Tyr Glu Tyr Pro Asp Phe Thr Phe Lys Gln Ala Ile Val Pro

115 120 125

Phe Gly Leu Pro Glu Leu Arg Gln Lys Ala Lys Phe Val Ala Ile Ala

130 135 140

Ser Thr Ser Gly Thr Ala Thr Glu Val Thr Ser Phe Ser Val Ile Thr

145 150 155 160

Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr

165 170 175

Pro Asp Ile Ala Ile Val Asp Pro Ala Leu Ala Gln Thr Met Pro Pro

180 185 190

Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp Ala Leu Thr His Ala Leu Glu

195 200 205

Ala Tyr Val Ala Ser Ala Arg Ser Asp Ile Ser Asp Pro Leu Ala Ile

210 215 220

His Ser Ile Ile Met Thr Arg Asp Asn Leu Leu Lys Ser Tyr Lys Gly

225 230 235 240

Asp Lys Asp Ala Arg Asn Lys Met His Ile Ser Gln Cys Leu Ala Gly

245 250 255

Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly Ile Thr His Ser Leu Ala His

260 265 270

Lys Thr Gly Ala Val Trp His Ile Pro His Gly Cys Ala Asn Ala Ile

275 280 285

Tyr Leu Pro Tyr Val Leu Asp Phe Asn Lys Lys Ala Cys Ser Asp Arg

290 295 300

Tyr Ala Asn Ile Ala Lys Ile Leu Gly Leu Lys Gly Thr Thr Glu Asp

305 310 315 320

Glu Leu Val Asp Ser Leu Val Lys Met Val Gln Asp Met Asp Lys Glu

325	330	335	
Leu Asn Ile Pro Leu Thr Leu Lys Asp Tyr Gly Ile Ser Lys Asp Asp			
340	345	350	
Phe Asn Ser Asn Val Asp Phe Ile Ala Lys Asn Ala Leu Leu Asp Ala			
355	360	365	
Cys Thr Gly Ala Asn Pro Arg Pro Ile Asp Phe Asp Gln Met Lys Lys			
370	375	380	
Ile Leu Gln Cys Ile Tyr Asp Gly Lys Lys Val Thr Phe			
385	390	395	
<210> 55			
<211> 1191			
<212> DNA			
<213> Clostridium autoethanogenum			
<400> 55			
gtgagggatg ttattatgga aaactttatt tttaaaaatg ctacagaaat ttttttgggt	60		
aaggataccg aaaatcttgt aggaagtaaa gtaaaggagt attcaaagtc agataaaata	120		
ctcttttgcgt atgggggagg aagcataaaa agatctggtc tataatgatag agttataaag	180		
tccttaaaag aaaatggaat tgaatttata gaacttccag gaattaaacc taatccaaga	240		
ttaggacctg ttaaagaagg tataagacta ttagagaaaa ataataataa atttgtacta	300		
tctgtaggag gaggaagttc agcagatacg gctaaagcta ttgctgtagg agtaccttat	360		
aaaggagacg tatgggattt ttatacgggc aaagctgaag tgaaagaggc tcttcctgta	420		
ggagttgtaa taacattacc tgctacaggt acagaatcta gtaatagttc tgttattatg	480		
aatgaagatg gttaggttaa aaaaggatta aatacagtac ttataagacc tgctttttca	540		
attatgaatc ctgaacttac ttttacta ccagagtatc aaactgcttg tgggtgcttgt	600		
gacattatgg cacatataat ggaaagatat ttacaaatg tgaacatgt agatataact	660		
gataggcttt gcgaagctgc acttagaaat gttataaata atgcccacat agttttaaaa	720		
gatcccaaaa actatgatgc tagggcagaa attatgtgga cgggtactat agctcataat	780		
gatgtgctta gtgcgggtag aataggtgat tgggcttctc acaaaattga acatgaattg	840		
agtggggaaa cagacattgc ccatggagca ggacttgcaa ttgtatttcc tgcattgatg	900		
aaatatgtat ataaacacga tatcaataga tttgtacaat ttgcagtaag ggtatgggat	960		
glagatttat cttatagttc ctgcgaagat attgtacttg aaggcataag gagaatgaca	1020		

gcatttttca agagcatggg gttacctgia actttaaaag aaggaagtat aggagaagat 1080
 aaaattgaag aaatggctaa taagtgcacg gataatggaa ctaaaactgt aggacaattt 1140
 gtaaaattaa ataaagatga tattgtaaaa atattaaatt tagctaaata a 1191

<210> 56

<211> 396

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 56

Val Arg Asp Val Ile Met Glu Asn Phe Ile Phe Lys Asn Ala Thr Glu
 1 5 10 15
 Ile Ile Phe Gly Lys Asp Thr Glu Asn Leu Val Gly Ser Lys Val Lys
 20 25 30
 Glu Tyr Ser Lys Ser Asp Lys Ile Leu Phe Cys Tyr Gly Gly Gly Ser
 35 40 45
 Ile Lys Arg Ser Gly Leu Tyr Asp Arg Val Ile Lys Ser Leu Lys Glu
 50 55 60

Asn Gly Ile Glu Phe Ile Glu Leu Pro Gly Ile Lys Pro Asn Pro Arg
 65 70 75 80
 Leu Gly Pro Val Lys Glu Gly Ile Arg Leu Cys Arg Glu Asn Asn Ile
 85 90 95
 Lys Phe Val Leu Ser Val Gly Gly Gly Ser Ser Ala Asp Thr Ala Lys
 100 105 110
 Ala Ile Ala Val Gly Val Pro Tyr Lys Gly Asp Val Trp Asp Phe Tyr
 115 120 125

Thr Gly Lys Ala Glu Val Lys Glu Ala Leu Pro Val Gly Val Val Ile
 130 135 140
 Thr Leu Pro Ala Thr Gly Thr Glu Ser Ser Asn Ser Ser Val Ile Met
 145 150 155 160
 Asn Glu Asp Gly Trp Phe Lys Lys Gly Leu Asn Thr Val Leu Ile Arg
 165 170 175
 Pro Ala Phe Ser Ile Met Asn Pro Glu Leu Thr Phe Thr Leu Pro Glu

180 Tyr Gln Thr Ala Cys Gly Ala Cys Asp Ile Met Ala His Ile Met Glu
 195 200 205
 Arg Tyr Phe Thr Asn Val Lys His Val Asp Ile Thr Asp Arg Leu Cys
 210 215 220
 Glu Ala Ala Leu Arg Asn Val Ile Asn Asn Ala Pro Ile Val Leu Lys
 225 230 235 240
 Asp Pro Lys Asn Tyr Asp Ala Arg Ala Glu Ile Met Trp Thr Gly Thr
 245 250 255

 Ile Ala His Asn Asp Val Leu Ser Ala Gly Arg Ile Gly Asp Trp Ala
 260 265 270
 Ser His Lys Ile Glu His Glu Leu Ser Gly Glu Thr Asp Ile Ala His
 275 280 285
 Gly Ala Gly Leu Ala Ile Val Phe Pro Ala Trp Met Lys Tyr Val Tyr
 290 295 300
 Lys His Asp Ile Asn Arg Phe Val Gln Phe Ala Val Arg Val Trp Asp
 305 310 315 320

 Val Asp Leu Ser Tyr Ser Ser Cys Glu Asp Ile Val Leu Glu Gly Ile
 325 330 335
 Arg Arg Met Thr Ala Phe Phe Lys Ser Met Gly Leu Pro Val Thr Leu
 340 345 350
 Lys Glu Gly Ser Ile Gly Glu Asp Lys Ile Glu Glu Met Ala Asn Lys
 355 360 365
 Cys Thr Asp Asn Gly Thr Lys Thr Val Gly Gln Phe Val Lys Leu Asn
 370 375 380

 Lys Asp Asp Ile Val Lys Ile Leu Asn Leu Ala Lys
 385 390 395
 <210> 57
 <211> 1149
 <212> DNA
 <213> Clostridium autoethanogenum

<400> 57

atggaagaca agtttgaaaa ttttaatttg aaatccaaga tttatttttaa tagggaatct	60
attcaacttt tagagcaagt cactggttct cgagcattta ttgttgaga tgctattatg	120
ggaaaacttg gatatttca aaaagtaata gattacctaa gcaaagctgg aataagttcc	180
gttgttttta cgggggtaca ccctgatcca gacgtcaatg taattgcaga tgcaatgaaa	240
ttgtacaaaa aaagcgacgc agatgttctc gtagcactag gtggaggatc cagtattgat	300
accgctaagg gaataatgta ttttgcattg aatttaggaa aagcaatggg ccaagaaatg	360
aaaaaacctc tatttattgc aattccatca acaagtggta caggctctga agtaacaaac	420
tttactgtta ttactttca gaaagaaaag gtatgcatta tagatgattt tattgcacca	480
gatgttgcaa tacttgactc aagtgtatt gatggctctgc ctgagcgtat ttagcagat	540
actggtatag atgttctagt tcattctatt gaagcctatg tttccaaaa agcaactgac	600
tttacagacg ctcttgctga aaaagcagtt aaattaattt ttgagaatct tccaaaaatt	660
tataacgata gtaaggattc cgaagctcga gatcatgttc aaaacgcttc ctgtatagca	720
ggaatagcat ttacaaatgc tggctcttga attaatcaca gcttggctca tgctatgggt	780
ggatctttcc acatttctca cggccgatcc aatgcatttc tacttaatgc agtaatggaa	840
tacaacgcta gcttggttgg aaatgcaagc gaacatgcta tggaaaaata cgcaaaacta	900
gcatcaattc tacaccttc agctcgaaca actcggaag gcgctgtaag ttttattgaa	960
gctgtagata aattaataaa atccctaggt gttgaagata atattcgatc tcttgggatt	1020
aaagaagatg agtttcaaag tgctctaaat catatggcag aaacagcaat gcaagataga	1080
tgcactcaa ctaatcctag aaaaccttct aaagaagaac ttatacatat ttatcaaaaa	1140
tggtattaa	1149

<210> 58

<211> 307

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 58

Met	Glu	Asp	Lys	Phe	Glu	Asn	Phe	Asn	Leu	Lys	Ser	Lys	Ile	Tyr	Phe
1					5				10					15	
Asn	Arg	Glu	Ser	Ile	Gln	Leu	Leu	Glu	Gln	Val	Thr	Gly	Ser	Arg	Ala
					20				25					30	
Phe	Ile	Val	Ala	Asp	Ala	Ile	Met	Gly	Lys	Leu	Gly	Tyr	Leu	Gln	Lys

35	40	45
Val Ile Asp Tyr Leu Ser Lys Ala Gly Ile Ser Ser Val Val Phe Thr		
50	55	60
Gly Val His Pro Asp Pro Asp Val Asn Val Ile Ala Asp Ala Met Lys		
65	70	75
Leu Tyr Lys Lys Ser Asp Ala Asp Val Leu Val Ala Leu Gly Gly Gly		
	85	90
Ser Ser Ile Asp Thr Ala Lys Gly Ile Met Tyr Phe Ala Cys Asn Leu		
100	105	110
Gly Lys Ala Met Gly Gln Glu Met Lys Lys Pro Leu Phe Ile Ala Ile		
115	120	125
Pro Ser Thr Ser Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Asn Phe Thr Val Ile		
130	135	140
Thr Ser Gln Lys Glu Lys Val Cys Ile Ile Asp Asp Phe Ile Ala Pro		
145	150	155
Asp Val Ala Ile Leu Asp Ser Ser Cys Ile Asp Gly Leu Pro Gln Arg		
165	170	175
Ile Val Ala Asp Thr Gly Ile Asp Val Leu Val His Ser Ile Glu Ala		
180	185	190
Tyr Val Ser Lys Lys Ala Thr Asp Phe Thr Asp Ala Leu Ala Glu Lys		
195	200	205
Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Asn Leu Pro Lys Ile Tyr Asn Asp Ser		
210	215	220
Lys Asp Ser Glu Ala Arg Asp His Val Gln Asn Ala Ser Cys Ile Ala		
225	230	235
Gly Ile Ala Phe Thr Asn Ala Gly Leu Gly Ile Asn His Ser Leu Ala		
245	250	255
His Ala Met Gly Gly Ser Phe His Ile Pro His Gly Arg Ser Asn Ala		
260	265	270
Leu Leu Leu Asn Ala Val Met Glu Tyr Asn Ala Ser Leu Val Gly Asn		
275	280	285

Ala Ser Glu His Ala Met Glu Lys Tyr Ala Lys Leu Ala Ser Ile Leu

290

295

300

His Leu Pro

305

<210> 59

<211> 993

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 59

atggaaaaa ttggagtaa ggcaaaggaa gacaaaaaa agattgtctt agctgaagga 60
gaagaagaaa gaactcttca agcttgtgaa aaaataatta aagagggtat tgcaaattta 120
atccttgtag ggaatgaaaa ggtaataaaa gaaaaagcgt caaaattagg tgtaagtta 180
aatggagcag aaatagtaga tccagagatt tcagataaac taaaggcata tgcagatgct 240
ttttatgaat tgagaaagaa gaagggaata acgccagaaa aagcgataa aatagtaaga 300
gatccaatat actttgctac aatgatggtt aaacttggag atgcagatgg attggtttca 360

ggtgcggttc atactacagg cgatcttttg agaccaggac ttcaaatagt aaagacagct 420
ccaggtacat cagtagtttc cagtacattt ataatggaag taccaaattg tgagtatggt 480
gacaatggtg tacttctatt tgctgattgt gctgtaaatc catgcccaga tagtgatcaa 540
ttggcttcaa ttgcaataag tacagcagaa actgcaaaga acttatgtgg aatggatcca 600
aaagtagcaa tgctttcatt ttctactaag ggaagtgcaa aacacgaatt agtagacaaa 660
gttagaaatg ctgtagagat tgcaaaaaaa gctaaaccag atttaagttt agacggagaa 720
ttacaattag atgcctctat cgtagaaaag gttgcaagtt taaaggctcc tggaagtgaa 780

glagcaggaa aagcaaatgt acttgtattt ccagatctcc aagcaggaaa tataggctat 840
aaactcgttc aaagatttgc aaaagcagat gctataggac ctgtatgcca aggatttgca 900
aaacctataa atgatttgtc aagaggatgt aattctgatg atatagtaaa ttagtagct 960
glaacagcag ttcaagcaca agctcaaaag taa 993

<210> 60

<211> 330

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 60

Met Glu Lys Ile Trp Ser Lys Ala Lys Glu Asp Lys Lys Lys Ile Val

1	5	10	15
Leu Ala Glu Gly Glu Glu Glu Arg Thr Leu Gln Ala Cys Glu Lys Ile			
20	25	30	
Ile Lys Glu Gly Ile Ala Asn Leu Ile Leu Val Gly Asn Glu Lys Val			
35	40	45	
Ile Lys Glu Lys Ala Ser Lys Leu Gly Val Ser Leu Asn Gly Ala Glu			
50	55	60	
Ile Val Asp Pro Glu Ile Ser Asp Lys Leu Lys Ala Tyr Ala Asp Ala			
65	70	75	80
Phe Tyr Glu Leu Arg Lys Lys Lys Gly Ile Thr Pro Glu Lys Ala Asp			
85	90	95	
Lys Ile Val Arg Asp Pro Ile Tyr Phe Ala Thr Met Met Val Lys Leu			
100	105	110	
Gly Asp Ala Asp Gly Leu Val Ser Gly Ala Val His Thr Thr Gly Asp			
115	120	125	
Leu Leu Arg Pro Gly Leu Gln Ile Val Lys Thr Ala Pro Gly Thr Ser			
130	135	140	
Val Val Ser Ser Thr Phe Ile Met Glu Val Pro Asn Cys Glu Tyr Gly			
145	150	155	160
Asp Asn Gly Val Leu Leu Phe Ala Asp Cys Ala Val Asn Pro Cys Pro			
165	170	175	
Asp Ser Asp Gln Leu Ala Ser Ile Ala Ile Ser Thr Ala Glu Thr Ala			
180	185	190	
Lys Asn Leu Cys Gly Met Asp Pro Lys Val Ala Met Leu Ser Phe Ser			
195	200	205	
Thr Lys Gly Ser Ala Lys His Glu Leu Val Asp Lys Val Arg Asn Ala			
210	215	220	
Val Glu Ile Ala Lys Lys Ala Lys Pro Asp Leu Ser Leu Asp Gly Glu			
225	230	235	240
Leu Gln Leu Asp Ala Ser Ile Val Glu Lys Val Ala Ser Leu Lys Ala			
245	250	255	

Pro Gly Ser Glu Val Ala Gly Lys Ala Asn Val Leu Val Phe Pro Asp
260 265 270

Leu Gln Ala Gly Asn Ile Gly Tyr Lys Leu Val Gln Arg Phe Ala Lys
275 280 285

Ala Asp Ala Ile Gly Pro Val Cys Gln Gly Phe Ala Lys Pro Ile Asn
290 295 300

Asp Leu Ser Arg Gly Cys Asn Ser Asp Asp Ile Val Asn Val Val Ala
305 310 315 320

Val Thr Ala Val Gln Ala Gln Ala Gln Lys
325 330

<210> 61

<211> 1197

<212>

DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 61

atgaaaatat tagtagtaaa ctgtggaagt tcatctttaa aatatcaact tattgatatg 60
caagatgaaa gtgtgttagc aaagggtctt gtagaaagaa taggaatgga cgggttcaatt 120
ttaacacaca aagttaatgg agaaaagttt gttacagagc aaccaatgga agaccacaaa 180
gttgctatac aattagtatt aaatgctctt gtagataaaa aacatggtgt aataaaagac 240
atgtcagaaa tatccgctgt aggacataga gttttgcacg gtggaaagaa atatgcagca 300
tccattctta ttgacgaaaa tgtaatgaaa gcaatagaag aatglatccc actaggacca 360

ctacataatc cagctaatat aatgggaata gatgcttgta aaaaattaat gccaaatact 420
ccaatggtag cagtatttga tacagcattt catcagacaa tgccagatta tgcttatact 480
tatgcaatac cttatgatat atctgaaaag tatgatatca gaaaatatgg ttttcatgga 540
acttctcata gattcgtttc aattgaagca gctaaattat taaagaaaga tccaaaagat 600
cttaagttaa taacttgica tttaggaaat ggagctagca tatgtgcagt aaaccaagga 660
aaagcagtag atacaactat gggacttact cctcttgacg gacttgtaat gggaactaga 720
tgcggtgata tagatccagc tatagtacca tttgtaatga aaagaacagg catgtctgta 780

gatgaagtgg ataccttaat gaataaaaag tcaggaatac ttggagtatc aggagtaagc 840
agtgatttta gagatgtaga agaagctgca aattcaggaa atgatagagc aaaacttgca 900
ttaaatatgt attatcacaa agttaaatct ttcataggag cttatgttgc agtttttaat 960

ggagcagatg ctataatatt tacggcagga cttggagaaa attcagcaac tagcagatct 1020
gctatatgta atggattaag ctattttgga attaaaatag atgaagaaaa gaataagaaa 1080
aggggagagg cactagaaat aagcacacct gattcaaaga taaaagtatt agtaattcct 1140
acaaatgaag aacttatgat agctagggat acaaaagaaa tagttgaaaa taaataa 1197

<210> 62

<211> 398

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 62

Met Lys Ile Leu Val Val Asn Cys Gly Ser Ser Ser Leu Lys Tyr Gln

1 5 10 15

Leu Ile Asp Met Gln Asp Glu Ser Val Val Ala Lys Gly Leu Val Glu

20 25 30

Arg Ile Gly Met Asp Gly Ser Ile Leu Thr His Lys Val Asn Gly Glu

35 40 45

Lys Phe Val Thr Glu Gln Pro Met Glu Asp His Lys Val Ala Ile Gln

50 55 60

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

65 70 75 80

Met Ser Glu Ile Ser Ala Val Gly His Arg Val Leu His Gly Gly Lys

85 90 95

Lys Tyr Ala Ala Ser Ile Leu Ile Asp Glu Asn Val Met Lys Ala Ile

100 105 110

Glu Glu Cys Ile Pro Leu Gly Pro Leu His Asn Pro Ala Asn Ile Met

115 120 125

Gly Ile Asp Ala Cys Lys Lys Leu Met Pro Asn Thr Pro Met Val Ala

130 135 140

Val Phe Asp Thr Ala Phe His Gln Thr Met Pro Asp Tyr Ala Tyr Thr

145 150 155 160

Tyr Ala Ile Pro Tyr Asp Ile Ser Glu Lys Tyr Asp Ile Arg Lys Tyr

165 170 175

Gly Phe His Gly Thr Ser His Arg Phe Val Ser Ile Glu Ala Ala Lys

180 185 190
Leu Leu Lys Lys Asp Pro Lys Asp Leu Lys Leu Ile Thr Cys His Leu

195 200 205
Gly Asn Gly Ala Ser Ile Cys Ala Val Asn Gln Gly Lys Ala Val Asp

210 215 220
Thr Thr Met Gly Leu Thr Pro Leu Ala Gly Leu Val Met Gly Thr Arg

225 230 235 240
Cys Gly Asp Ile Asp Pro Ala Ile Val Pro Phe Val Met Lys Arg Thr

245 250 255
Gly Met Ser Val Asp Glu Val Asp Thr Leu Met Asn Lys Lys Ser Gly

260 265 270
Ile Leu Gly Val Ser Gly Val Ser Ser Asp Phe Arg Asp Val Glu Glu

275 280 285
Ala Ala Asn Ser Gly Asn Asp Arg Ala Lys Leu Ala Leu Asn Met Tyr

290 295 300
Tyr His Lys Val Lys Ser Phe Ile Gly Ala Tyr Val Ala Val Leu Asn

305 310 315 320
Gly Ala Asp Ala Ile Ile Phe Thr Ala Gly Leu Gly Glu Asn Ser Ala

325 330 335
Thr Ser Arg Ser Ala Ile Cys Asn Gly Leu Ser Tyr Phe Gly Ile Lys

340 345 350
Ile Asp Glu Glu Lys Asn Lys Lys Arg Gly Glu Ala Leu Glu Ile Ser

355 360 365
Thr Pro Asp Ser Lys Ile Lys Val Leu Val Ile Pro Thr Asn Glu Glu

370 375 380
Leu Met Ile Ala Arg Asp Thr Lys Glu Ile Val Glu Asn Lys

385 390 395

<210> 63

<211> 1767

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 63

gtggaagaat tgaaaattga caaagctaaa aaatttatag gtgcaagagg gttaggcgta	60
aaaaccttat ttgacgaagt agatccaaag gtagatccat tatcacctga taacaaattt	120
attatagcag cgggaccact tacaggtgca cctgttccaa caagcggaag attcatggta	180
gttactaaat cacctttaac aggaactatt gctattgcaa attcaggtgg aaaatgggga	240
gcagaattca aagcagctgg atacgatatg ataatcgttg aaggtaaadc tgataaagaa	300
gtttatgtaa ataatagtaga tgataaagta gaatttaggg atgcttctca tgtttgggga	360
aaactaacag aagaaactac aaaaatgctt caacaggaaa cagattcgag agctaaggtt	420
ttatgcatag gaccagctgg ggaaaagtta tcacttatgg cagcagttat gaatgatgtt	480
gatagaacag caggacgtgg tgggtttgga gctgttatgg gttcaaagaa cttaaaagct	540
attgtagtta aaggaagcgg aaaagtaaaa ttatttgatg aacaaaaagt gaaggaagta	600
gcacttgaga aaacaaatat ttaagaaaa gatccagtag ctggtggagg acttccaaca	660
tacggaacag ctgtacttgt taatattata aatgaaaatg gtgtacatcc agtaaagaat	720
tttcaaaaat cttatacaga tcaagcagat aagatcagtg gagaaacttt aactaaagat	780
tgcttagtta gaaaaaatcc ttgctatagg tgtccaattg cctgtggaag atgggtaaaa	840
cttgatgatg gaactgaatg tggaggacca gaatatgaaa cattatggtc atttggatct	900
gatttgtatg tatacgatat aaatgctgta aatacagcaa atatgtttgt taatgaatat	960
ggactagata ccattacagc aggatgtact attgcagcag ctatggaact ttatcaaaga	1020
ggttatatta aggatgaaga aatagcagca gatggattgt cacttaattg gggagatgct	1080
aagtccatgg ttgaatgggt aaagaaaatg ggacttagag aaggatttgg agacaagatg	1140
gcagatgggt catacagact ttgtgactca tacggtgtac ctgagtattc aatgactgta	1200
aaaaaacagg aacttcagc atatgacca agaggaatac agggacatgg cattacttat	1260
gctgttaaca ataggggagg atgtcacatt aaggatata tggtaatcc tgaaatactt	1320
ggctatccag aaaaacttga tagacttgca gtggaaggaa aagcaggata tgctagagta	1380
ttccatgatt taacagctgt tatagattca ctggattat gtatttttac aacatttgggt	1440
cttgggtcac aggattatgt tgatatgtat aatgcagtag ttggtggaga attacatgat	1500
gtaaattctt taatgttagc tggagataga atatggactt tagaaaaat atttaactta	1560
aaagcaggca tagatagttc acaggatact ctccaaga gattgcttga agaacaatt	1620
ccagaaggac catcaaaagg agaagttcat aagttagatg tactactacc tgaatattat	1680
tcagtacgtg gatgggataa aaatggtatt cctacagagg aaacgttaaa gaaattagga	1740

ttagatgaat acgtaggtaa gcttttag

1767

<210> 64

<211> 588

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 64

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

1	5	10	15
Gly	Leu	Gly	Val
Lys	Thr	Leu	Phe
Asp	Glu	Val	Asp
Pro	Lys	Val	Asp
20	25	30	
Pro	Leu	Ser	Pro
Asn	Lys	Phe	Ile
Ile	Ala	Ala	Gly
Pro	Leu	Thr	
35	40	45	
Gly	Ala	Pro	Val
Pro	Thr	Ser	Gly
Arg	Phe	Met	Val
Val	Thr	Lys	Ser
50	55	60	
Pro	Leu	Thr	Gly
Thr	Ile	Ala	Ile
Ala	Asn	Ser	Gly
Gly	Lys	Trp	Gly

65	70	75	80
Ala	Glu	Phe	Lys
Ala	Ala	Gly	Tyr
Asp	Met	Ile	Ile
Val	Glu	Gly	Lys
85	90	95	
Ser	Asp	Lys	Glu
Val	Tyr	Val	Asn
Ile	Val	Asp	Asp
Lys	Val	Glu	Phe
100	105	110	
Arg	Asp	Ala	Ser
His	Val	Trp	Gly
Lys	Leu	Thr	Glu
Glu	Thr	Thr	Lys
115	120	125	
Met	Leu	Gln	Gln
Glu	Thr	Asp	Ser
Arg	Ala	Lys	Val
Leu	Cys	Ile	Gly

130	135	140
Pro	Ala	Gly
Glu	Lys	Leu
Ser	Leu	Met
Ala	Ala	Val
Met	Asn	Asp
Val		
145	150	155
Asp	Arg	Thr
Ala	Gly	Arg
Gly	Gly	Val
Gly	Ala	Val
Met	Gly	Ser
Lys		
165	170	175
Asn	Leu	Lys
Ala	Ile	Val
Val	Lys	Gly
Ser	Gly	Lys
Val	Lys	Leu
Phe		
180	185	190
Asp	Glu	Gln
Lys	Val	Lys
Glu	Val	Ala
Leu	Glu	Lys
Thr	Asn	Ile
Leu		

195	200	205	
Arg Lys Asp Pro Val Ala Gly Gly Gly Leu Pro Thr Tyr Gly Thr Ala			
210	215	220	
Val Leu Val Asn Ile Ile Asn Glu Asn Gly Val His Pro Val Lys Asn			
225	230	235	240
Phe Gln Lys Ser Tyr Thr Asp Gln Ala Asp Lys Ile Ser Gly Glu Thr			
245	250	255	
Leu Thr Lys Asp Cys Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr Arg Cys Pro			
260	265	270	
Ile Ala Cys Gly Arg Trp Val Lys Leu Asp Asp Gly Thr Glu Cys Gly			
275	280	285	
Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Ser Phe Gly Ser Asp Cys Asp Val			
290	295	300	
Tyr Asp Ile Asn Ala Val Asn Thr Ala Asn Met Leu Cys Asn Glu Tyr			
305	310	315	320
Gly Leu Asp Thr Ile Thr Ala Gly Cys Thr Ile Ala Ala Ala Met Glu			
325	330	335	
Leu Tyr Gln Arg Gly Tyr Ile Lys Asp Glu Glu Ile Ala Ala Asp Gly			
340	345	350	
Leu Ser Leu Asn Trp Gly Asp Ala Lys Ser Met Val Glu Trp Val Lys			
355	360	365	
Lys Met Gly Leu Arg Glu Gly Phe Gly Asp Lys Met Ala Asp Gly Ser			
370	375	380	
Tyr Arg Leu Cys Asp Ser Tyr Gly Val Pro Glu Tyr Ser Met Thr Val			
385	390	395	400
Lys Lys Gln Glu Leu Pro Ala Tyr Asp Pro Arg Gly Ile Gln Gly His			
405	410	415	
Gly Ile Thr Tyr Ala Val Asn Asn Arg Gly Gly Cys His Ile Lys Gly			
420	425	430	
Tyr Met Val Ser Pro Glu Ile Leu Gly Tyr Pro Glu Lys Leu Asp Arg			
435	440	445	

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

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

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

580 585
 <210> 65
 <211> 1824
 <212> DNA
 <213> Clostridium autoethanogenum
 <400> 65
 atgtatggtt atgatggtta agtattaaga attaatTTaa aagaagaac ttgcaaatca 60
 gaaaatttag atttagataa agctaaaaag tttatagggt gtaggggact aggtgttaaa 120
 actttatttg atgaaataga tcctaaaata gatgcattat caccagaaaa taaatttata 180
 attgtaacag gtcctttaac tggagctccg gttccaacta gtggaagggt tatggtagtt 240
 actaaagcac cgettacagg aactatagga atttcaaatt cgggtggaaa atggggagta 300
 gacttaaaaa aagctggttg ggatatgata atagtagagg ataaggctga ttcaccagtt 360
 tacattgaaa tagtagatga taagtagtaa attaaagacg cgtcacagct ttggggaaaa 420
 gttacatcag aaactacaaa agagtagtaa aagataactg agaataaatc aaaggtatta 480

tgtataggac ctgctgggta acgattgtct cttatggcag cagttatgaa tgatgtagat 540
agaactgcag caagaggcgg cggttggtgca gttatgggat ctaaaaactt aaaagctatt 600
acagttaaag gaactggaaa aatagcttta gctgataaag aaaaagtaaa aaaagtgtcc 660
gtagaaaaaa ttacaacatt aaaaaatgat ccagtagctg gtcagggaat gccaaacttat 720

ggtacagcta tactgggttaa tataataaat gaaaatggag ttcacacctgt aaagaatfff 780
caagagtctt atacgaatca agcagataaa ataagtggag agactcttac tgctaaccaa 840
ctagtaagga aaaatccttg ttacagctgt cctatagggt gtggaagatg ggtagacta 900
aaagatggca cagagtgcgg aggaccagaa tatgaaacac tgtggtgttt tggatctgac 960
tgtggttcat atgatttaga tgctataaat gaagctaata tggtatgtaa tgaatatggt 1020
attgatacta ttacttgtgg tgcaacaatt gctgcagcta tggaacttta tcaaagagga 1080
tatataaaag acgaagaaat agctggagat aacctatctc tcaagtgggg tgatacggaa 1140

tctatgattg gctggataaa gagaatggta tatagtgaag gctttggagc aaagatgaca 1200
aatggttcat ataggctttg tgaaggttat ggagcaccgg agtattctat gacagttaaa 1260
aagcaggaaa ttccagcata tgatccaagg ggaatacagg gacacggtat tacctatgca 1320
gttaataata gaggaggctg tcatattaag ggatacatga ttaaccctga aatattaggt 1380
tatectgaaa aacttgatag atttgatta gatggtaaag cagcttatgc caaattattt 1440
catgatttaa ctgctgtaat tgattcttta ggattgtgca tattcactac atttgggctt 1500
ggaatacagg attatgtaga tatgtataat gcagtagtag gagaatctac ttatgatgca 1560

gattcactat tagaggcagg agatagaatc tggactcttg agaaattatt taatcttgca 1620
gctggaatag acagcagcca ggatactcia ccaaagagat tgtagaaga acctattcca 1680
gatggcccat caaagggaga agttcatagg ctatgatgtc ttctgccaga atattactca 1740
gtacgaggat ggagtaaaga gggatatact acagaagaaa cattaaagaa attaggatta 1800
gatgaatata taggtaagtt ctag 1824

<210> 66

<211> 607

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 66

Met Tyr Gly Tyr Asp Gly Lys Val Leu Arg Ile Asn Leu Lys Glu Arg

1 5 10 15

Thr Cys Lys Ser Glu Asn Leu Asp Leu Asp Lys Ala Lys Lys Phe Ile

20 25 30
 Gly Cys Arg Gly Leu Gly Val Lys Thr Leu Phe Asp Glu Ile Asp Pro
 35 40 45
 Lys Ile Asp Ala Leu Ser Pro Glu Asn Lys Phe Ile Ile Val Thr Gly
 50 55 60
 Pro Leu Thr Gly Ala Pro Val Pro Thr Ser Gly Arg Phe Met Val Val

 65 70 75 80
 Thr Lys Ala Pro Leu Thr Gly Thr Ile Gly Ile Ser Asn Ser Gly Gly
 85 90 95
 Lys Trp Gly Val Asp Leu Lys Lys Ala Gly Trp Asp Met Ile Ile Val
 100 105 110
 Glu Asp Lys Ala Asp Ser Pro Val Tyr Ile Glu Ile Val Asp Asp Lys
 115 120 125
 Val Glu Ile Lys Asp Ala Ser Gln Leu Trp Gly Lys Val Thr Ser Glu

 130 135 140
 Thr Thr Lys Glu Leu Glu Lys Ile Thr Glu Asn Lys Ser Lys Val Leu
 145 150 155 160
 Cys Ile Gly Pro Ala Gly Glu Arg Leu Ser Leu Met Ala Ala Val Met
 165 170 175
 Asn Asp Val Asp Arg Thr Ala Ala Arg Gly Gly Val Gly Ala Val Met
 180 185 190
 Gly Ser Lys Asn Leu Lys Ala Ile Thr Val Lys Gly Thr Gly Lys Ile

 195 200 205
 Ala Leu Ala Asp Lys Glu Lys Val Lys Lys Val Ser Val Glu Lys Ile
 210 215 220
 Thr Thr Leu Lys Asn Asp Pro Val Ala Gly Gln Gly Met Pro Thr Tyr
 225 230 235 240
 Gly Thr Ala Ile Leu Val Asn Ile Ile Asn Glu Asn Gly Val His Pro
 245 250 255
 Val Lys Asn Phe Gln Glu Ser Tyr Thr Asn Gln Ala Asp Lys Ile Ser

 260 265 270

Gly Glu Thr Leu Thr Ala Asn Gln Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr
 275 280 285
 Ser Cys Pro Ile Gly Cys Gly Arg Trp Val Arg Leu Lys Asp Gly Thr
 290 295 300
 Glu Cys Gly Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Cys Phe Gly Ser Asp
 305 310 315 320
 Cys Gly Ser Tyr Asp Leu Asp Ala Ile Asn Glu Ala Asn Met Leu Cys
 325 330 335
 Asn Glu Tyr Gly Ile Asp Thr Ile Thr Cys Gly Ala Thr Ile Ala Ala
 340 345 350
 Ala Met Glu Leu Tyr Gln Arg Gly Tyr Ile Lys Asp Glu Glu Ile Ala
 355 360 365
 Gly Asp Asn Leu Ser Leu Lys Trp Gly Asp Thr Glu Ser Met Ile Gly
 370 375 380
 Trp Ile Lys Arg Met Val Tyr Ser Glu Gly Phe Gly Ala Lys Met Thr
 385 390 395 400
 Asn Gly Ser Tyr Arg Leu Cys Glu Gly Tyr Gly Ala Pro Glu Tyr Ser
 405 410 415
 Met Thr Val Lys Lys Gln Glu Ile Pro Ala Tyr Asp Pro Arg Gly Ile
 420 425 430
 Gln Gly His Gly Ile Thr Tyr Ala Val Asn Asn Arg Gly Gly Cys His
 435 440 445
 Ile Lys Gly Tyr Met Ile Asn Pro Glu Ile Leu Gly Tyr Pro Glu Lys
 450 455 460
 Leu Asp Arg Phe Ala Leu Asp Gly Lys Ala Ala Tyr Ala Lys Leu Phe
 465 470 475 480
 His Asp Leu Thr Ala Val Ile Asp Ser Leu Gly Leu Cys Ile Phe Thr
 485 490 495
 Thr Phe Gly Leu Gly Ile Gln Asp Tyr Val Asp Met Tyr Asn Ala Val
 500 505 510
 Val Gly Glu Ser Thr Tyr Asp Ala Asp Ser Leu Leu Glu Ala Gly Asp

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

580 585 590
 Glu Thr Leu Lys Lys Leu Gly Leu Asp Glu Tyr Ile Gly Lys Phe
 595 600 605

<210> 67

<211> 2634

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 67

atgaaggtaa ctaaggtaac taacgttgaa gaattaatga aaaagttaga tgaagtaacg	60
gctgctcaaa agaaattttc tagctatact caagaacaag tggatgaaat tttcaggcag	120
gcagctatgg cagccaatag tgctagaata gacttagcta aaatggcagt ggaagaaagc	180
ggaatgggaa ttgtagaaga caaggtcatt aaaaatcatt ttgttcgaga gtatatatat	240
aacaaatata agggtgaaaa aacctgtgga gttctggaac aagatgaagg ctttggtatg	300
gttagaattg cagaacctgt aggagttatt gcagcagtag tccaacaac taatccaaca	360
tctacagcaa tatttaaatc actaatagct ttaaaaacta gaaatgggat agttttttcg	420
ccacatccaa gggcaaaaaa atcaactatt gcagcagcta agatagtact tgatgctgca	480
gttaaagctg gtgctcctga aggaattata ggatggatag atgaaccttc tattgaactt	540
tcacaggtgg taatgaaaga agcagatcta attcttgcaa ctgggtggacc aggtatggtt	600
aaggctgcct attcttcagg aaagcctgct ataggagtgt gtccaggtaa cagcctgct	660
gtaattgatg aaagtgctga cattaatatg gcagtaaatt caatactatt atcaaaaact	720
tttgataatg gtatgatttg tgcttcagag cagtcagtag tagttgcaag ctcaatatac	780
gatgaagtca agaaagagtt tgcagataga ggagcatata tattaagtaa ggatgaaaca	840
gagaagggtg gaaaaacaat tataattaat ggagccttaa atgctggcat ttagggcaa	900
agtgctttta aaatagcaca gatggcagga gtgagtgtac cagaagatgc taaagtactt	960

ataggagaag ttaaatcagt agaaccggaa gaagagccct ttgcgcatga aaagctatct 1020
 ccagtttttag ctatgtacaa agcaaaagat ttgacgaag cactcctaaa ggctggaaga 1080

 ttagttgaac gaggtggaat tgggcataca tctgtattat atgtaaatgc aatgacggaa 1140
 aaagtaaagg tagaaaagtt cagagaaact atgaagactg gtagaacatt gataaatatg 1200
 ccttcagcac aaggtgctat aggagatata tataacttta agctagctcc ttcctttgaca 1260
 ctaggttgtg gttcctgggg aggaaactct gtatcagaaa atgttgggcc taaacattta 1320
 ttaaacataa agagtgttgc tgagaggaga gaaaatatgc tttggttttag agtacctgaa 1380
 aaggtttatt tcaaatatgg tagtcttgga gttgcactaa aagaactgag aattatggag 1440
 aagaaaaagg catttatagt aacggataaa gttctttatc aattagggtta tntagataaa 1500

 attacaaaa atctggatga attaagagtt tcatataaaa tatttacaga tgtagaacca 1560
 gatccaaccc ttgctacagc taaaaaaggt gcagcagaac tgtttagctta tgaaccagat 1620
 acaattatag cagtcgggtgg tgggttcagca atggatgcag ccaagatcat gtgggtaatg 1680
 tatgagcatc cagaagtaag atttgaagat ttagctatga gatttatgga tataagaaag 1740
 agagtgtatg ttttcctaa aatgggagaa aaggcaatga tgatttcagt agcaacatcc 1800
 gcaggaacag ggtcgggaagt tacgccattt gcagtaatta cggatgaaag aacaggagct 1860
 aaatatcctc tggttgatta tgaattgact ccaaacatgg ctatagttga tgcagaactt 1920

 atgatgggaa tgccaaaggg actaacagca gcttcaggta tagatgcatt aacccatgcg 1980
 ctggaggcct atgtatcaat aatggcttca gaataacca atggattggc tcttgaagca 2040
 acaagattag tatttaataa ttgccaata gcttatacag aaggtacaac taatgtaaag 2100
 gcaagagaaa aaatggctca tgcttcattg attgcaggta tggcctttgc caatgcattt 2160
 ttaggggtat gccactccat ggcacataaa ttgggagcac agcaccacat accacatgga 2220
 attgccaatg cacttatgat agatgaagtt ataaagttca atgctgtaga ggctccaagg 2280
 aaacaagcgg catttcaca atataaatat ccaaatgtta aaagaagata tgctagaata 2340

 gctgattact taaatttagg tggaagtaca gatgatgaaa aagtacaatt tttataaat 2400
 gctatagatg acttgaaaac caagttaaatt attccaaaga ctattaaaga agcgggagtt 2460
 tcagaagata aattctatgc tacttttagat acaatgtcag aactggcttt tgatgatcaa 2520
 tgtacaggag ctaatccaag atatccatta ataggagaaa taaaacaaat gtatataaat 2580
 gcatttgata caccaaaggc aactgtggag aagaaaacaa gaaagaaaa ataa 2634

 <210> 68
 <211> 877
 <212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 68

Met Lys Val Thr Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met Lys Lys Leu

1 5 10 15
Asp Glu Val Thr Ala Ala Gln Lys Lys Phe Ser Ser Tyr Thr Gln Glu
20 25 30
Gln Val Asp Glu Ile Phe Arg Gln Ala Ala Met Ala Ala Asn Ser Ala
35 40 45
Arg Ile Asp Leu Ala Lys Met Ala Val Glu Glu Ser Gly Met Gly Ile
50 55 60
Val Glu Asp Lys Val Ile Lys Asn His Phe Val Ala Glu Tyr Ile Tyr

65 70 75 80
Asn Lys Tyr Lys Gly Glu Lys Thr Cys Gly Val Leu Glu Gln Asp Glu
85 90 95
Gly Phe Gly Met Val Arg Ile Ala Glu Pro Val Gly Val Ile Ala Ala
100 105 110
Val Val Pro Thr Thr Asn Pro Thr Ser Thr Ala Ile Phe Lys Ser Leu
115 120 125
Ile Ala Leu Lys Thr Arg Asn Gly Ile Val Phe Ser Pro His Pro Arg

130 135 140
Ala Lys Lys Ser Thr Ile Ala Ala Ala Lys Ile Val Leu Asp Ala Ala
145 150 155 160
Val Lys Ala Gly Ala Pro Glu Gly Ile Ile Gly Trp Ile Asp Glu Pro
165 170 175
Ser Ile Glu Leu Ser Gln Val Val Met Lys Glu Ala Asp Leu Ile Leu
180 185 190
Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr Ser Ser Gly Lys

195 200 205
Pro Ala Ile Gly Val Gly Pro Gly Asn Thr Pro Ala Val Ile Asp Glu
210 215 220
Ser Ala Asp Ile Lys Met Ala Val Asn Ser Ile Leu Leu Ser Lys Thr

225 230 235 240
 Phe Asp Asn Gly Met Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser Val Val Val Ala
 245 250 255
 Ser Ser Ile Tyr Asp Glu Val Lys Lys Glu Phe Ala Asp Arg Gly Ala

 260 265 270
 Tyr Ile Leu Ser Lys Asp Glu Thr Glu Lys Val Gly Lys Thr Ile Ile
 275 280 285
 Ile Asn Gly Ala Leu Asn Ala Gly Ile Val Gly Gln Ser Ala Phe Lys
 290 295 300
 Ile Ala Gln Met Ala Gly Val Ser Val Pro Glu Asp Ala Lys Val Leu
 305 310 315 320
 Ile Gly Glu Val Lys Ser Val Glu Pro Glu Glu Glu Pro Phe Ala His

 325 330 335
 Glu Lys Leu Ser Pro Val Leu Ala Met Tyr Lys Ala Lys Asp Phe Asp
 340 345 350
 Glu Ala Leu Leu Lys Ala Gly Arg Leu Val Glu Arg Gly Gly Ile Gly
 355 360 365
 His Thr Ser Val Leu Tyr Val Asn Ala Met Thr Glu Lys Val Lys Val
 370 375 380
 Glu Lys Phe Arg Glu Thr Met Lys Thr Gly Arg Thr Leu Ile Asn Met

 385 390 395 400
 Pro Ser Ala Gln Gly Ala Ile Gly Asp Ile Tyr Asn Phe Lys Leu Ala
 405 410 415
 Pro Ser Leu Thr Leu Gly Cys Gly Ser Trp Gly Gly Asn Ser Val Ser
 420 425 430
 Glu Asn Val Gly Pro Lys His Leu Leu Asn Ile Lys Ser Val Ala Glu
 435 440 445
 Arg Arg Glu Asn Met Leu Trp Phe Arg Val Pro Glu Lys Val Tyr Phe

 450 455 460
 Lys Tyr Gly Ser Leu Gly Val Ala Leu Lys Glu Leu Arg Ile Met Glu
 465 470 475 480

Lys Lys Lys Ala Phe Ile Val Thr Asp Lys Val Leu Tyr Gln Leu Gly
 485 490 495
 Tyr Val Asp Lys Ile Thr Lys Asn Leu Asp Glu Leu Arg Val Ser Tyr
 500 505 510
 Lys Ile Phe Thr Asp Val Glu Pro Asp Pro Thr Leu Ala Thr Ala Lys
 515 520 525
 Lys Gly Ala Ala Glu Leu Leu Ala Tyr Glu Pro Asp Thr Ile Ile Ala
 530 535 540
 Val Gly Gly Gly Ser Ala Met Asp Ala Ala Lys Ile Met Trp Val Met
 545 550 555 560
 Tyr Glu His Pro Glu Val Arg Phe Glu Asp Leu Ala Met Arg Phe Met
 565 570 575
 Asp Ile Arg Lys Arg Val Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly Glu Lys Ala
 580 585 590
 Met Met Ile Ser Val Ala Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr
 595 600 605
 Pro Phe Ala Val Ile Thr Asp Glu Arg Thr Gly Ala Lys Tyr Pro Leu
 610 615 620
 Ala Asp Tyr Glu Leu Thr Pro Asn Met Ala Ile Val Asp Ala Glu Leu
 625 630 635 640
 Met Met Gly Met Pro Lys Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly Ile Asp Ala
 645 650 655
 Leu Thr His Ala Leu Glu Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala Ser Glu Tyr
 660 665 670
 Thr Asn Gly Leu Ala Leu Glu Ala Thr Arg Leu Val Phe Lys Tyr Leu
 675 680 685
 Pro Ile Ala Tyr Thr Glu Gly Thr Thr Asn Val Lys Ala Arg Glu Lys
 690 695 700
 Met Ala His Ala Ser Cys Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala Asn Ala Phe
 705 710 715 720
 Leu Gly Val Cys His Ser Met Ala His Lys Leu Gly Ala Gln His His

725 730 735
 Ile Pro His Gly Ile Ala Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu Val Ile Lys
 740 745 750
 Phe Asn Ala Val Glu Ala Pro Arg Lys Gln Ala Ala Phe Pro Gln Tyr
 755 760 765
 Lys Tyr Pro Asn Val Lys Arg Arg Tyr Ala Arg Ile Ala Asp Tyr Leu

770 775 780
 Asn Leu Gly Gly Ser Thr Asp Asp Glu Lys Val Gln Phe Leu Ile Asn
 785 790 795 800
 Ala Ile Asp Asp Leu Lys Thr Lys Leu Asn Ile Pro Lys Thr Ile Lys
 805 810 815
 Glu Ala Gly Val Ser Glu Asp Lys Phe Tyr Ala Thr Leu Asp Thr Met
 820 825 830
 Ser Glu Leu Ala Phe Asp Asp Gln Cys Thr Gly Ala Asn Pro Arg Tyr

835 840 845
 Pro Leu Ile Gly Glu Ile Lys Gln Met Tyr Ile Asn Ala Phe Asp Thr
 850 855 860
 Pro Lys Ala Thr Val Glu Lys Lys Thr Arg Lys Lys Lys
 865 870 875

<210> 69

<211> 2613

<212> DNA

<213> C. ljungdahlii

<400> 69

atgaaagtta caaacgtaga agaactaatg aaaagactag aagaaataaa ggatgctcaa 60
 aagaaatttg ctacatatat tcaagaacaa gtggatgaaa ttttagaca agcagctatg 120

gcagctaata gtgctagaat agaactagct aaaatggcag tagaagaaag cggaatggga 180
 attgtagaag acaaggatcat taaaaatcac ttgcctcag aatatatata taacaaatat 240
 aaggatgaaa aaacctgtgg agtttagag agagatgcag gatttggtat agttagaatt 300
 gcggaacctg taggagttat cgcagcagta gttccaacaa ctaatccaac atctacagca 360
 atatttaaact cactaatagc tttaaaaact agaaatggta taattttttc accccatcca 420
 agggcaaaga aatcaactat tgcagcagct aaaatagtagc ttgacgctgc agttaagct 480

ggtgctcctg aaggaattat aggatggata gatgaacctt ccattgaact ttcacaggtg 540

 gtaatgggag aagcaaattt aattcttgca actggtggcc cgggtatggt taaggctgcc 600
 tattcttcag gcaaacctgc tgtgggagtt ggtccaggta acacacctgc tgtaattgat 660
 gaaagtgccg acattaaaat ggcagtaaat tcaatattac tatcaaagac ttttgataat 720
 ggtatgatth gtgcctcaga gcagtcagta atagtttttag actcaatata tgaggaagtt 780
 aaaaaagaat ttgcttatag gggtgcttat atattaagta aggatgaaac agataaggtt 840
 ggaaaaataa ttttaaaaaa tggagcctta aatgcaggta ttgtaggaca acctgctttt 900
 aaaatagcac agctggcagg agtggatgta ccagaaaaag ctaaagtact tataggagag 960

 gtagaatcgg tagaacttga agaaccattt tctcatgaaa agttatctcc agtttttagct 1020
 atgtacaggg caagaaattt tgaggatgcc attgcaaaaa ctgataaact ggttaggtca 1080
 ggtggatttg gacatacatc ttcatatat gtaaatccaa tgacagagaa agcaaaagta 1140
 gaaaaattta gtactatgat gaaaacatca agaactataa ttaacacacc ttcacccaa 1200
 ggtggtatag gtgatatata taactttaaa ctagctcctt ctttgacatt aggctgcggt 1260
 tcctggggag gaaattctgt atccgaaaat gttgggccta aacattttatt aaacataaaa 1320
 agtgttgctg agaggagaga aaatatgctt tggtttagag tacctgaaaa ggtttatttc 1380

 aaatatggtg gtcttggagt tgcattaaaa gaattaaaag ttatgaataa gaagaaagta 1440
 tttatagtaa cagataaagt tctttatcaa ttaggttatg tggacaaagt tacaaaagtt 1500
 cttgaggaac taaaaatttc ctataaggta tttacagatg tagaaccaga tccaaccctt 1560
 gctacagcta aaaaaggatgc agcagaactg ctttctatg aaccggatag aattatatca 1620
 gttggtggtg gctcagcaat ggatgcagct aagatcatgt gggtaatgta tgagcatcca 1680
 gaagtaaaat ttgaagattt agctatgaga tttatggata taagaaagag agtatatgtt 1740
 ttcctaaga tgggagaaaa ggcaatgatg atttcagtag caacatccgc aggaacaggg 1800

 tcggaagtta ctccatttgc agtaatcact gatgaaaaaa caggagctaa atatccatta 1860
 gctgattatg aactaactcc agacatggct atagttgatg cagaacttat gatgggaatg 1920
 ccaagaggac ttacagcagc ttcgggtata gatgcattaa cccatgcact ggaggcatat 1980
 gigtcaataa tggctacaga atttaccat ggattagccc ttgaagcagt aaagttgata 2040
 tttgaatatt taccaaaagc ttatacagaa ggtacaacta atgtaaaggc aagagaaaag 2100
 atggttcatg cticattgat tgcaggatg gcctttgcaa atgcattttt aggggtatgc 2160
 cactctatgg cacataaatt gggagcacag catcacatac cacatggaat tgccaatgca 2220

cttatgatag atgaagttat aaaattcaat gctgtagatg atccaataaa acaagctgca 2280
 tttccccaat acgagtatcc aaatgctagg tatagatatg ctcagatagc tgattgtctg 2340
 aacttgggag gaaatacaga agaggaaaag gtacaactat taataaatgc tatagatgat 2400
 ttaaaagcta agttaaatat tccagaaact ataaaagaag caggagtttc agaagataaa 2460
 ttctatgcta ctttagataa aatgtcagaa ttagcttttg atgacagtg tacaggagct 2520
 aatccaagat atccactgat aagtgaata aaacaaatgt atataaatgt ttttgataaa 2580
 accgaaccaa ttgtagaaga tgaagaaaag taa 2613

<210> 70

<211> 870

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 70

Met Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met Lys Arg Leu Glu Glu Ile

1 5 10 15

Lys Asp Ala Gln Lys Lys Phe Ala Thr Tyr Thr Gln Glu Gln Val Asp

20 25 30

Glu Ile Phe Arg Gln Ala Ala Met Ala Ala Asn Ser Ala Arg Ile Glu

35 40 45

Leu Ala Lys Met Ala Val Glu Glu Ser Gly Met Gly Ile Val Glu Asp

50 55 60

Lys Val Ile Lys Asn His Phe Ala Ser Glu Tyr Ile Tyr Asn Lys Tyr

65 70 75 80

Lys Asp Glu Lys Thr Cys Gly Val Leu Glu Arg Asp Ala Gly Phe Gly

85 90 95

Ile Val Arg Ile Ala Glu Pro Val Gly Val Ile Ala Ala Val Val Pro

100 105 110

Thr Thr Asn Pro Thr Ser Thr Ala Ile Phe Lys Ser Leu Ile Ala Leu

115 120 125

Lys Thr Arg Asn Gly Ile Ile Phe Ser Pro His Pro Arg Ala Lys Lys

130 135 140

Ser Thr Ile Ala Ala Ala Lys Ile Val Leu Asp Ala Ala Val Lys Ala

145 150 155 160

Gly Ala Pro Glu Gly Ile Ile Gly Trp Ile Asp Glu Pro Ser Ile Glu
165 170 175
Leu Ser Gln Val Val Met Gly Glu Ala Asn Leu Ile Leu Ala Thr Gly
180 185 190
Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr Ser Ser Gly Lys Pro Ala Val
195 200 205
Gly Val Gly Pro Gly Asn Thr Pro Ala Val Ile Asp Glu Ser Ala Asp
210 215 220
Ile Lys Met Ala Val Asn Ser Ile Leu Leu Ser Lys Thr Phe Asp Asn
225 230 235 240
Gly Met Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser Val Ile Val Leu Asp Ser Ile
245 250 255
Tyr Glu Glu Val Lys Lys Glu Phe Ala Tyr Arg Gly Ala Tyr Ile Leu
260 265 270
Ser Lys Asp Glu Thr Asp Lys Val Gly Lys Ile Ile Leu Lys Asn Gly
275 280 285
Ala Leu Asn Ala Gly Ile Val Gly Gln Pro Ala Phe Lys Ile Ala Gln
290 295 300
Leu Ala Gly Val Asp Val Pro Glu Lys Ala Lys Val Leu Ile Gly Glu
305 310 315 320
Val Glu Ser Val Glu Leu Glu Glu Pro Phe Ser His Glu Lys Leu Ser
325 330 335
Pro Val Leu Ala Met Tyr Arg Ala Arg Asn Phe Glu Asp Ala Ile Ala
340 345 350
Lys Thr Asp Lys Leu Val Arg Ser Gly Gly Phe Gly His Thr Ser Ser
355 360 365
Leu Tyr Val Asn Pro Met Thr Glu Lys Ala Lys Val Glu Lys Phe Ser
370 375 380
Thr Met Met Lys Thr Ser Arg Thr Ile Ile Asn Thr Pro Ser Ser Gln
385 390 395 400
Gly Gly Ile Gly Asp Ile Tyr Asn Phe Lys Leu Ala Pro Ser Leu Thr

405 410 415
 Leu Gly Cys Gly Ser Trp Gly Gly Asn Ser Val Ser Glu Asn Val Gly
 420 425 430
 Pro Lys His Leu Leu Asn Ile Lys Ser Val Ala Glu Arg Arg Glu Asn

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

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

 565 570 575
 Arg Val Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly Glu Lys Ala Met Met Ile Ser
 580 585 590
 Val Ala Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Pro Phe Ala Val
 595 600 605
 Ile Thr Asp Glu Lys Thr Gly Ala Lys Tyr Pro Leu Ala Asp Tyr Glu
 610 615 620
 Leu Thr Pro Asp Met Ala Ile Val Asp Ala Glu Leu Met Met Gly Met

 625 630 635 640
 Pro Arg Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly Ile Asp Ala Leu Thr His Ala
 645 650 655

Leu Glu Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala Thr Glu Phe Thr Asn Gly Leu

660 665 670

Ala Leu Glu Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Tyr Leu Pro Lys Ala Tyr

675 680 685

Thr Glu Gly Thr Thr Asn Val Lys Ala Arg Glu Lys Met Val His Ala

690 695 700

Ser Cys Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala Asn Ala Phe Leu Gly Val Cys

705 710 715 720

His Ser Met Ala His Lys Leu Gly Ala Gln His His Ile Pro His Gly

725 730 735

Ile Ala Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu Val Ile Lys Phe Asn Ala Val

740 745 750

Asp Asp Pro Ile Lys Gln Ala Ala Phe Pro Gln Tyr Glu Tyr Pro Asn

755 760 765

Ala Arg Tyr Arg Tyr Ala Gln Ile Ala Asp Cys Leu Asn Leu Gly Gly

770 775 780

Asn Thr Glu Glu Glu Lys Val Gln Leu Leu Ile Asn Ala Ile Asp Asp

785 790 795 800

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

805 810 815

Ser Glu Asp Lys Phe Tyr Ala Thr Leu Asp Lys Met Ser Glu Leu Ala

820 825 830

Phe Asp Asp Gln Cys Thr Gly Ala Asn Pro Arg Tyr Pro Leu Ile Ser

835 840 845

Glu Ile Lys Gln Met Tyr Ile Asn Val Phe Asp Lys Thr Glu Pro Ile

850 855 860

Val Glu Asp Glu Glu Lys

865 870

<210> 71

<211> 1554

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 71

ttggaaaatt ttgataaaga cttacgttct atacaagaag caagagatct tgcacgttta	60
ggaaaaattg cagcagacca aattgctgat tatactgaag aacaaattga taaaatccta	120
tgtaatatgg ttagggtagc agaagaaaat gcagtttgcc ttggtlaaat ggctgcagaa	180
gaaactggtt ttggaaaagc tgaagataag gcttataaga accatatggc tgctactaca	240
gtatataatt acatcaagga tatgaagact attggtgtta taaaagaaga taaaagtga	300
ggtgtaatg aatttgcaga accagttggt ttattaatgg gtattgtacc atctacaaat	360
ccaacatcta ctgttattta taaatcaatc attgcaatta aatcaagaaa tgcaattgta	420
ttctcaccac acccagctgc attaaaatgt tcaacaaaag caatagaact tatgcgtgat	480
gcagcagtag cagcaggagc tcctgcaaat gtaattggtg gtattgttac accatctata	540
caagctacaa atgaacttat gaaagctaaa gaagttgcta tgataattgc aactggaggc	600
cctggaatgg taaaggctgc atatatgtca ggaacacctg caataggcgt tggctgctggt	660
aactctccat cctatatgga aagaactgct gatgttcac aatcagttaa agatataata	720
gctagtaaga gttttgacta tgggtactatt tgtgcatccg agcagtctgt aattgcagaa	780
gaatgcaacc atgatgaaat agtagctgaa ttttaagaaac aaggcggata tttcatgaca	840
gctgaagaaa ctgcaaaagt ttgcagcgta ctttttaaac ctggtacaca cagcatgagc	900
gctaagtttg taggaagagc tcctcagggt atagcagaag ctgcaggttt cacagttcca	960
gaaggaacaa aagtattaat aggagaacaa ggcggagttg gtaatggtta ccctctatct	1020
tatgagaaac ttacaacagt acttgctttc tatacagtta aagattggca tgaagcatgt	1080
gagcttagta taagattact tcaaaatggt ctggacata caatgaacat tcatacaaat	1140
gatagagact tagtaatgaa gtttgctaaa aaaccagcat cccgtatctt agttaatact	1200
ggtggaagcc agggaggtac tgggtcaagc acaggattag cacctgcatt tacattaggt	1260
tgtggtacat ggggaggaag ctctgtttct gaaaatgtta ctccattaca tttaatcaat	1320
ataaagagag tagcatatgg tcttaagat tgtactacat tagctgcaga cgatacaact	1380
ttcaatcatc ctgaactttg cggaagcaaa aatgacttag gattctgtgc tacaagccct	1440
gcagaatttg cagcaaagag caattgtgat agcactgctg cagatactac tgataatgat	1500
aaacttgcta gactcgtaag tgaattagta gctgcaatga agggagctaa ctaa	1554

<210> 72

<211> 517

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 72

Met Glu Asn Phe Asp Lys Asp Leu Arg Ser Ile Gln Glu Ala Arg Asp
1 5 10 15

Leu Ala Arg Leu Gly Lys Ile Ala Ala Asp Gln Ile Ala Asp Tyr Thr
20 25 30

Glu Glu Gln Ile Asp Lys Ile Leu Cys Asn Met Val Arg Val Ala Glu
35 40 45

Glu Asn Ala Val Cys Leu Gly Lys Met Ala Ala Glu Glu Thr Gly Phe
50 55 60

Gly Lys Ala Glu Asp Lys Ala Tyr Lys Asn His Met Ala Ala Thr Thr
65 70 75 80

Val Tyr Asn Tyr Ile Lys Asp Met Lys Thr Ile Gly Val Ile Lys Glu
85 90 95

Asp Lys Ser Glu Gly Val Ile Glu Phe Ala Glu Pro Val Gly Leu Leu
100 105 110

Met Gly Ile Val Pro Ser Thr Asn Pro Thr Ser Thr Val Ile Tyr Lys
115 120 125

Ser Ile Ile Ala Ile Lys Ser Arg Asn Ala Ile Val Phe Ser Pro His
130 135 140

Pro Ala Ala Leu Lys Cys Ser Thr Lys Ala Ile Glu Leu Met Arg Asp
145 150 155 160

Ala Ala Val Ala Ala Gly Ala Pro Ala Asn Val Ile Gly Gly Ile Val
165 170 175

Thr Pro Ser Ile Gln Ala Thr Asn Glu Leu Met Lys Ala Lys Glu Val
180 185 190

Ala Met Ile Ile Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr
195 200 205

Ser Ser Gly Thr Pro Ala Ile Gly Val Gly Ala Gly Asn Ser Pro Ser
210 215 220

Tyr Ile Glu Arg Thr Ala Asp Val His Gln Ser Val Lys Asp Ile Ile
225 230 235 240

Ala Ser Lys Ser Phe Asp Tyr Gly Thr Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser
245 250 255

Val Ile Ala Glu Glu Cys Asn His Asp Glu Ile Val Ala Glu Phe Lys
260 265 270

Lys Gln Gly Gly Tyr Phe Met Thr Ala Glu Glu Thr Ala Lys Val Cys
275 280 285

Ser Val Leu Phe Lys Pro Gly Thr His Ser Met Ser Ala Lys Phe Val
290 295 300

Gly Arg Ala Pro Gln Val Ile Ala Glu Ala Ala Gly Phe Thr Val Pro
305 310 315 320

Glu Gly Thr Lys Val Leu Ile Gly Glu Gln Gly Gly Val Gly Asn Gly
325 330 335

Tyr Pro Leu Ser Tyr Glu Lys Leu Thr Thr Val Leu Ala Phe Tyr Thr
340 345 350

Val Lys Asp Trp His Glu Ala Cys Glu Leu Ser Ile Arg Leu Leu Gln
355 360 365

Asn Gly Leu Gly His Thr Met Asn Ile His Thr Asn Asp Arg Asp Leu
370 375 380

Val Met Lys Phe Ala Lys Lys Pro Ala Ser Arg Ile Leu Val Asn Thr
385 390 395 400

Gly Gly Ser Gln Gly Gly Thr Gly Ala Ser Thr Gly Leu Ala Pro Ala
405 410 415

Phe Thr Leu Gly Cys Gly Thr Trp Gly Gly Ser Ser Val Ser Glu Asn
420 425 430

Val Thr Pro Leu His Leu Ile Asn Ile Lys Arg Val Ala Tyr Gly Leu
435 440 445

Lys Asp Cys Thr Thr Leu Ala Ala Asp Asp Thr Thr Phe Asn His Pro
450 455 460

Glu Leu Cys Gly Ser Lys Asn Asp Leu Gly Phe Cys Ala Thr Ser Pro
465 470 475 480

Ala Glu Phe Ala Ala Lys Ser Asn Cys Asp Ser Thr Ala Ala Asp Thr

485	490	495	
Thr Asp Asn Asp Lys Leu Ala Arg Leu Val Ser Glu Leu Val Ala Ala			
500	505	510	
Met Lys Gly Ala Asn			
515			
<210> 73			
<211> 1497			
<212> DNA			
<213> Clostridium ljungdahlii			
<400> 73			
atgaatatta ttgataatga tttgctctcc atccaagaat cccgaatcct tgtggaaaat	60		
gctgcacgag cacaaaaaat gttagcaacc tttccacaag aaaagctaga tgagattgtt	120		
gaacgtatgg cggaagaaat cggaaaacat acccgagagc ttgctgtaat gtcacaggat	180		
gaaaactggtt atggaaaatg gcaggataaa tgcatacaaa accgatttgc ctgtgagtat	240		
ttgccagcta agcttagagg aatgcgatgt gtaggtatta ttaatgaaaa tggtcaggat	300		
aagaccatgg atgtagggtt acctatgggt gtaattattg cattatgtcc tgcaactagt	360		
ccggtttcta ctaccatata taaggcattg attgcaatta agtctggtaa tgcaattatc	420		
ttttctccac atcctagagc aaaggagaca atttgaagg cgcttgacat catgattcgt	480		
gcagctgaag gatatgggct tccagaagga gctcttgcat acttacatac tgtgacgcct	540		
agtggaaaca tcgaattgat gaaccatatt gcgacttctt tgattatgaa tacagggtgtt	600		
cccgggatgc ttaaagcagc atataattct gggaaacctg ttatatatgg aggaactggt	660		
aatggaccag catttattga acgtacagct gacatcaaac aggcggtaaa agatattatt	720		
gctagtaaga cctttgataa cggaatagta ccatcagctg aacaatctat tgtttagat	780		
agctgtgttg catctgatgt taaacgtgag ttgcaaaata atggatgcata tttcatgaca	840		
gaggaggaag cacaaaaact aggttctctc tttttccgtt ctgatggcag tatggattca	900		
gaaatggttg gcaaatccgc acaaagattg gctaaaaag caggtttcag cattcctgaa	960		
agtagcacag tgctaatttc agagcagaaa tatgtttctc aagataatcc ttattccaag	1020		
gagaaacttt gtccggtact agcttactac attgaagatg attggatgca tgcattgaa	1080		
aagtgtattg aactgctgtt aagtgagaga catggtcaca ctcttggtat acattcaaaa	1140		
gacgaagatg taattcgcca gtttgcatta aaaaaacctg taggtaggat acttgttaat	1200		
acgcctgctt cctttggtag tatgggtgct acaagtaatt tatttcctgc tttaacttta	1260		

ggtagtggat cggcaggtaa aggtattacc tccgataatg tttcaccaat gaatcttatt 1320
 tacgtccgca aagtcggata tggcgtacgg aatgtagaag agattgtcaa tactaatgga 1380
 ttgtttacag aagaaaaaag tgatttgaat ggaatgacaa aaaagtcaga ctataatcca 1440
 gaggatatac aaatgttaca gcataatttta aaaaaagcta tggaaaaaat taaatag 1497

<210> 74

<211> 498

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 74

Met Asn Ile Ile Asp Asn Asp Leu Leu Ser Ile Gln Glu Ser Arg Ile

1 5 10 15

Leu Val Glu Asn Ala Ala Arg Ala Gln Lys Met Leu Ala Thr Phe Pro

20 25 30

Gln Glu Lys Leu Asp Glu Ile Val Glu Arg Met Ala Glu Glu Ile Gly

35 40 45

Lys His Thr Arg Glu Leu Ala Val Met Ser Gln Asp Glu Thr Gly Tyr

50 55 60

Gly Lys Trp Gln Asp Lys Cys Ile Lys Asn Arg Phe Ala Cys Glu Tyr

65 70 75 80

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

85 90 95

Asn Gly Gln Asp Lys Thr Met Asp Val Gly Val Pro Met Gly Val Ile

100 105 110

Ile Ala Leu Cys Pro Ala Thr Ser Pro Val Ser Thr Thr Ile Tyr Lys

115 120 125

Ala Leu Ile Ala Ile Lys Ser Gly Asn Ala Ile Ile Phe Ser Pro His

130 135 140

Pro Arg Ala Lys Glu Thr Ile Cys Lys Ala Leu Asp Ile Met Ile Arg

145 150 155 160

Ala Ala Glu Gly Tyr Gly Leu Pro Glu Gly Ala Leu Ala Tyr Leu His

165 170 175

Thr Val Thr Pro Ser Gly Thr Ile Glu Leu Met Asn His Ile Ala Thr

180 185 190
Ser Leu Ile Met Asn Thr Gly Val Pro Gly Met Leu Lys Ala Ala Tyr
195 200 205

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

Asn Asn Gly Ala Tyr Phe Met Thr Glu Glu Glu Ala Gln Lys Leu Gly
275 280 285
Ser Leu Phe Phe Arg Ser Asp Gly Ser Met Asp Ser Glu Met Val Gly
290 295 300
Lys Ser Ala Gln Arg Leu Ala Lys Lys Ala Gly Phe Ser Ile Pro Glu
305 310 315 320
Ser Ser Thr Val Leu Ile Ser Glu Gln Lys Tyr Val Ser Gln Asp Asn
325 330 335

Pro Tyr Ser Lys Glu Lys Leu Cys Pro Val Leu Ala Tyr Tyr Ile Glu
340 345 350
Asp Asp Trp Met His Ala Cys Glu Lys Cys Ile Glu Leu Leu Leu Ser
355 360 365
Glu Arg His Gly His Thr Leu Val Ile His Ser Lys Asp Glu Asp Val
370 375 380
Ile Arg Gln Phe Ala Leu Lys Lys Pro Val Gly Arg Ile Leu Val Asn
385 390 395 400

Thr Pro Ala Ser Phe Gly Ser Met Gly Ala Thr Ser Asn Leu Phe Pro
405 410 415
Ala Leu Thr Leu Gly Ser Gly Ser Ala Gly Lys Gly Ile Thr Ser Asp
420 425 430

Asn Val Ser Pro Met Asn Leu Ile Tyr Val Arg Lys Val Gly Tyr Gly
435 440 445

Val Arg Asn Val Glu Glu Ile Val Asn Thr Asn Gly Leu Phe Thr Glu
450 455 460

Glu Lys Ser Asp Leu Asn Gly Met Thr Lys Lys Ser Asp Tyr Asn Pro
465 470 475 480

Glu Asp Ile Gln Met Leu Gln His Ile Leu Lys Lys Ala Met Glu Lys
485 490 495

Ile Lys

<210> 75

<211> 1167

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 75

atggcaagat ttactttacc aagagacatt tattttggag aaaattcatt agaaaccttg 60

aaagacctag atggaaaaaa agctgttatt gtcgtaggtg gtggatccat gaaacgattt 120

ggattccttg ataaggtagt aaactactta aaagaagcag gtattgaatc aaaattaata 180

gaaggagttg aaccagatcc atctgtagaa actgttatga atggcgctaa actaatgaga 240

gaatatgaac cagatttaat agtatcaata ggtggagggtt caccaattga cgcagcaaaa 300

gctatgtgga tattctatga atacctgag tttactttta aagaggctgt ggttcctttt 360

ggtcttecta aattaagaca aaaagcaaca ttatagcta taccttctac aagtgttact 420

gcaacagaag taacggcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat taaatatcct 480

ttagctgact tcaatttaac accagatata gctataattg atccagcatt agctcaaaca 540

atgccaccta aattaactgc acatactgga atggatgcac ttacccatgc tattgaagca 600

tatgttgcag gacttcattc agttttctca gacccctctg ctattcaagc tatagttatg 660

gtaaatcagt atttaattaa atcttacaat gaagataaag aagctagaaa ccaaatgcat 720

ttagctcaat gtttagctgg aatggcattt tcaaatgcac ttcttggaat aactcacagt 780

ttagcacata aaacaggtgc agtattccat atccctcatg gatgtgcaa tgcaatatat 840

cttccttatg ttatagattt caataaaaaa gcttgtgcac caagatatgc tgaaatagct 900

aggagtctta aacttcagg aaatactgat gatgaattag tagattcatt aaccaacatg 960

attaaagata tgaataagag tatggatatt cctttaacat taaaagatta cggagtagat 1020
gaaaaagaat ttaaagatag tgaagatttt atagctcaca atgccgtatt agatgcctgc 1080
actggatcaa atcctagaag tataaatgat actgaaatga aaaagttatt agaatacatc 1140
tattatggta aaaaggttga tttttaa 1167

<210> 76

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 76

Met Ala Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ser

1 5 10 15

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

20 25 30

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Asp Lys Val Val Asn

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Ala Gly Ile Glu Ser Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu

50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Glu Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Leu Met Arg

65 70 75 80

Glu Tyr Glu Pro Asp Leu Ile Val Ser Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile

85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Ile Phe Tyr Glu Tyr Pro Glu Phe Thr

100 105 110

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

115 120 125

Ala Thr Phe Ile Ala Ile Pro Ser Thr Ser Gly Thr Ala Thr Glu Val

130 135 140

Thr Ala Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro

145 150 155 160

Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Ile Asp Pro Ala

165 170 175

Leu Ala Gln Thr Met Pro Pro Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp

180 185 190
Ala Leu Thr His Ala Ile Glu Ala Tyr Val Ala Gly Leu His Ser Val
195 200 205

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

His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn
275 280 285
Lys Lys Ala Cys Ala Pro Arg Tyr Ala Glu Ile Ala Arg Ser Leu Lys
290 295 300
Leu Pro Gly Asn Thr Asp Asp Glu Leu Val Asp Ser Leu Thr Asn Met
305 310 315 320
Ile Lys Asp Met Asn Lys Ser Met Asp Ile Pro Leu Thr Leu Lys Asp
325 330 335

Tyr Gly Val Asp Glu Lys Glu Phe Lys Asp Ser Glu Asp Phe Ile Ala
340 345 350
His Asn Ala Val Leu Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ser Ile
355 360 365
Asn Asp Thr Glu Met Lys Lys Leu Leu Glu Tyr Ile Tyr Tyr Gly Lys
370 375 380

Lys Val Asp Phe

385

<210> 77

<211> 1167

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400>

77

atgggaagat ttactttgcc tagggatatt tacttttggtg aaaatgcctt agaaaattta 60
 aaaaatttag atggaaataa agcagtagtt gttgtaggtg ggggatctat gaagagattt 120
 ggattcttag ccaaagtga aaaatactta aaagaaactg gtatggaagt taaattaata 180
 gaaggtgttg agcctgatcc gtctgttgat actgttatga atggcgctaa aataatgaga 240
 gactttaacc cagattggat agtatcaata ggtggaggat ctcccataga tgctgctaaa 300
 gcaatgtgga tattttatga ataccccgac ttacatttg aaaaagcggg agtccctttt 360
 ggaattccta aattaaggca gaaggcaciaa ttgttgcta taccttctac aagtgaaca 420

gcaactgaag taacatcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat aaaatatcct 480
 ctgacagatt ttaaccttac ccctgatata gctataatag atccgtctct tgcagaaaca 540
 atgccccaaa agcttacagc acacactgga atggatgcac ttactcacgc aatagaagca 600
 tatgtagcaa gtttacattc agatttctca gatccacttg ctatgcatgc tataaccatg 660
 attcataaat atttattgaa atcctatgaa gaagataaag aagctagagg acatatgcat 720
 atagcccaat gtctagctgg gatggcattt tcaaatgctc tccttggaat aactcatagt 780
 atagcacata aaactgggtgc agtatttcac atacctcatg ggtgtgctaa tgccatatac 840

ttaccttatg ttatagattt taacaagaaa gcttggtcag aaagatatgc taaaatagcc 900
 aaaaagctgc atctatcagg aaatagtga gatgagctaa tagattcatt aactgaaatg 960
 attcgtacta tgaacaaaaa gatggatatt cctctacca taaaagatta tggataagc 1020
 gaaaacgatt ttaatgaaaa cctagatttt atagctcaca atgcatgat ggatgcctgc 1080
 actggatcca atcctagagc aataactgag gaagaaatga aaaagctctt gcagtatatg 1140
 tataatgggc aaaaggttaa tttctag 1167

<210> 78

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 78

Met Gly Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ala

1 5 10 15

Leu Glu Asn Leu Lys Asn Leu Asp Gly Asn Lys Ala Val Val Val Val

20 25 30

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Ala Lys Val Glu Lys

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Thr Gly Met Glu Val Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu
50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Asp Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Ile Met Arg
65 70 75 80

Asp Phe Asn Pro Asp Trp Ile Val Ser Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile
85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Ile Phe Tyr Glu Tyr Pro Asp Phe Thr
100 105 110

Phe Glu Lys Ala Val Val Pro Phe Gly Ile Pro Lys Leu Arg Gln Lys
115 120 125

Ala Gln Phe Val Ala Ile Pro Ser Thr Ser Gly Thr Ala Thr Glu Val
130 135 140

Thr Ser Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro
145 150 155 160

Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Ile Asp Pro Ser
165 170 175

Leu Ala Glu Thr Met Pro Lys Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp
180 185 190

Ala Leu Thr His Ala Ile Glu Ala Tyr Val Ala Ser Leu His Ser Asp
195 200 205

Phe Ser Asp Pro Leu Ala Met His Ala Ile Thr Met Ile His Lys Tyr
210 215 220

Leu Leu Lys Ser Tyr Glu Glu Asp Lys Glu Ala Arg Gly His Met His
225 230 235 240

Ile Ala Gln Cys Leu Ala Gly Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly
245 250 255

Ile Thr His Ser Ile Ala His Lys Thr Gly Ala Val Phe His Ile Pro
260 265 270

His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn
275 280 285

Lys Lys Ala Cys Ser Glu Arg Tyr Ala Lys Ile Ala Lys Lys Leu His

290 295 300
 Leu Ser Gly Asn Ser Glu Asp Glu Leu Ile Asp Ser Leu Thr Glu Met
 305 310 315 320

Ile Arg Thr Met Asn Lys Lys Met Asp Ile Pro Leu Thr Ile Lys Asp
 325 330 335
 Tyr Gly Ile Ser Glu Asn Asp Phe Asn Glu Asn Leu Asp Phe Ile Ala
 340 345 350
 His Asn Ala Met Met Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ala Ile
 355 360 365
 Thr Glu Glu Glu Met Lys Lys Leu Leu Gln Tyr Met Tyr Asn Gly Gln
 370 375 380

Lys Val Asn Phe

385

<210> 79

<211> 1167

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 79

atggagagat ttacgttgcc aagagacatt tactttggag aagatgcttt ggggtgctttg	60
aaaacgttaa aaggtaagaa agctgtagta gttgttggag gaggatccat gaagagattc	120
ggtttccttg acaaggtaga agaatactta aaagaagcaa acatagaagt taaactaata	180
gaaggtgttg aaccagatcc gtctgtggaa accgttatga aaggtgcaa aataatgaca	240
gaatttgggc cagattggat agttgctatt ggaggagggt caccaataga tgctgcaaag	300
gctatgtggc tattttatga atatccagat ttactttta aacaagcaat tgttccgttt	360
ggattaccag aattaagaca aaaagctaaa ttgtagcta tagcttctac tagtggaaca	420
gctactgaag ttacttcatt ttcagtaata actgattata aagctaaaat aaagtatcct	480
ttagctgact tcaatttgac accgatata gctatagttg atccagcatt agcccagaca	540
atgccaccta aattaactgc acatactggt atggatgcat taactcatgc actagaagct	600
tatgtagcat cagctagatc agatatttca gatccacttg caatacatc cataattatg	660
acaagggata acttacttaa atcctataag ggtgataaag atgctagaaa taagatgcat	720
atatcacaat gtttagcagg tatggcattt tctaatagcac ttcttggtat aactcatagt	780

ttagcacata aaacaggagc tgtatggcac ataccacatg gatgcgctaa tgcaatatat 840
 cttccatag ttttagattt taataaaaaa gcttgctcag atagatatgc taatatagct 900
 aaaatattag gacttaaaagg aactactgaa gatgaattgg tagattctct agttaaagt 960
 gtacaagata tggataagga attgaatata cctttgacct taaaagatta tggataaagc 1020
 aaagatgatt tcaattcaaa tgttgatttt atagcaaaga atgcgctctt agatgcatgt 1080
 acaggagcta atccaaggcc tatagatttt gatcaaatga aaaagatact tcaatgtata 1140
 tatgatggaa aaaaggtaac tttttaa 1167

<210> 80

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 80

Met Glu Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asp Ala

1 5 10 15

Leu Gly Ala Leu Lys Thr Leu Lys Gly Lys Lys Ala Val Val Val Val

20 25 30

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Asp Lys Val Glu Glu

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Ala Asn Ile Glu Val Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu

50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Glu Thr Val Met Lys Gly Ala Lys Ile Met Thr

65 70 75 80

Glu Phe Gly Pro Asp Trp Ile Val Ala Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile

85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Leu Phe Tyr Glu Tyr Pro Asp Phe Thr

100 105 110

Phe Lys Gln Ala Ile Val Pro Phe Gly Leu Pro Glu Leu Arg Gln Lys

115 120 125

Ala Lys Phe Val Ala Ile Ala Ser Thr Ser Gly Thr Ala Thr Glu Val

130 135 140

Thr Ser Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro

145 150 155 160

Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Val Asp Pro Ala

165 170 175

Leu Ala Gln Thr Met Pro Pro Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp

180 185 190

Ala Leu Thr His Ala Leu Glu Ala Tyr Val Ala Ser Ala Arg Ser Asp

195 200 205

Ile Ser Asp Pro Leu Ala Ile His Ser Ile Ile Met Thr Arg Asp Asn

210 215 220

Leu Leu Lys Ser Tyr Lys Gly Asp Lys Asp Ala Arg Asn Lys Met His

225 230 235 240

Ile Ser Gln Cys Leu Ala Gly Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly

245 250 255

Ile Thr His Ser Leu Ala His Lys Thr Gly Ala Val Trp His Ile Pro

260 265 270

His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Leu Asp Phe Asn

275 280 285

Lys Lys Ala Cys Ser Asp Arg Tyr Ala Asn Ile Ala Lys Ile Leu Gly

290 295 300

Leu Lys Gly Thr Thr Glu Asp Glu Leu Val Asp Ser Leu Val Lys Met

305 310 315 320

Val Gln Asp Met Asp Lys Glu Leu Asn Ile Pro Leu Thr Leu Lys Asp

325 330 335

Tyr Gly Ile Ser Lys Asp Asp Phe Asn Ser Asn Val Asp Phe Ile Ala

340 345 350

Lys Asn Ala Leu Leu Asp Ala Cys Thr Gly Ala Asn Pro Arg Pro Ile

355 360 365

Asp Phe Asp Gln Met Lys Lys Ile Leu Gln Cys Ile Tyr Asp Gly Lys

370 375 380

Lys Val Thr Phe

385

<210> 81

<211> 1176

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 81

atggaaaact ttatttttaaa aaatgctaca gaaattatatt ttggttaagga taccgaaaat	60
cttgtaggaa gtaaagtaaa ggagtattca aagtcagata aaatactctt ttgctatggg	120
ggaggaagca taaaagatc tgggtctatat gatagagtta taaagtcctt aaaagaaaat	180
ggaattgaat ttatagaact tccaggaatt aaacctaatac caagattagg acctgttaaa	240
gaaggataaa gactatgtag agaaaaataat ataaaatttg tactatctgt aggaggagga	300
agttcagcag atacggctaa agctattgct gtaggagtag cttataaagg agacgtatgg	360
gatttttata cgggcaaagc tgaagtgaag gaggtctctt ctgtaggagt tgtaataaca	420
ttacctgcta caggtagaca atctagtaat agttctgtta ttatgaatga agatggttgg	480
tttaaaaaag gattaaatac agtacttata agacctgctt tttcaattat gaatcctgaa	540
cttactttta cactaccaga gtatcaaact gcttgtgggtg cttgtgacat tatggcacat	600
ataatggaaa gatattttac aaatgtgaaa catgtagata taactgatag gctttgcgaa	660
gctgcactta gaaatgttat aaataatgcc ccaatagttt taaaagatcc caaaaactat	720
gatgctaggg cagaaattat gtggaccggt actatagctc ataatgatgt gcttagtgcg	780
ggtagaatag gtgattgggc ttctcacaaa attgaacatg aattgagtgg ggaaacagac	840
attgcccattg gagcaggact tgcaattgta tttctctgcat ggatgaaata tgtatataaa	900
cacgatatac atagatttgt acaatttgca gtaagggtat gggatgtaga tttatcttat	960
agttctctgcg aagatattgt acttgaaggc ataaggagaa tgacagcatt tttcaagagc	1020
atggggttac ctgtactttt aaaagaagga agtataggag aagataaaat tgaagaaatg	1080
gctaataagt gcacggataa tggaactaaa actgtaggac aatttgtaaa attaaataaa	1140
gatgatattg taaaaatatt aaatttagct aaataa	1176

<210> 82

<211> 391

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 82

Met Glu Asn Phe Ile Phe Lys Asn Ala Thr Glu Ile Ile Phe Gly Lys

1 5 10 15

Asp Thr Glu Asn Leu Val Gly Ser Lys Val Lys Glu Tyr Ser Lys Ser

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

His Glu Leu Ser Gly Glu Thr Asp Ile Ala His Gly Ala Gly Leu Ala
275 280 285

Ile Val Phe Pro Ala Trp Met Lys Tyr Val Tyr Lys His Asp Ile Asn
290 295 300

Arg Phe Val Gln Phe Ala Val Arg Val Trp Asp Val Asp Leu Ser Tyr
305 310 315 320

Ser Ser Cys Glu Asp Ile Val Leu Glu Gly Ile Arg Arg Met Thr Ala
325 330 335

Phe Phe Lys Ser Met Gly Leu Pro Val Thr Leu Lys Glu Gly Ser Ile
340 345 350

Gly Glu Asp Lys Ile Glu Glu Met Ala Asn Lys Cys Thr Asp Asn Gly
355 360 365

Thr Lys Thr Val Gly Gln Phe Val Lys Leu Asn Lys Asp Asp Ile Val
370 375 380

Lys Ile Leu Asn Leu Ala Lys
385 390

<210> 83

<211> 1149

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 83

atggaagaca agtttgaaaa ttttaatttg aaatccaaga tttatittta tagggaatct 60
attcaacttt tagagcaagt cactggttct cgagcattta ttgttcaga tgctattatg 120
ggaaaacttg gatatttca aaaagtaata gattacctaa gcaaagctgg aataagttcc 180
gtgttttta cgggggtaca ccctgatcca gacgtcaatg taattgcaga tgcaatgaaa 240

ttgtacaaaa aaagcgacgc agatgttctc gtagcactag gtggaggatc cagtattgat 300
accgctaagg gaataatgta ttttgcattg aatttaggaa aagcaatggg ccaagaaatg 360
aaaaaacctc tatttattgc aattccatca acaagtggta caggctctga agtaacaaac 420
tttactgtta ttacttctca gaaagaaaag gtatgcatta tagatgattt tattgcacca 480
gatgttgcaa tacttgactc aagttgtatt gatggtctgc ctcagcgtat ttagcagat 540
actggtatag atgttctagt tcattctatt gaagcctatg tttccaaaa agcaactgac 600

tttacagacg ctcttgctga aaaagcagtt aaattaattt ttgagaatct tccaaaaatt 660

tataacgata gtaaggattc cgaagctcga gatcatgttc aaaacgcttc ctgtatagca 720

ggaatagcat ttacaaatgc tggctcttga attaatacaca gcttggctca tgctatgggt 780

ggatctttcc acattcctca cggccgatcc aatgcacttc tacttaatgc agtaatggaa 840

tacaacgcta gcttggttgg aaatgcaagc gaacatgcta tggaaaaata cgcaaaacta 900

gcatcaattc tacaccttcc agctcgaaca actcgcaag gcgctgtaag ttttattgaa 960

gctgtagata aattaataaa atccctaggt gttgaagata atattcgatc tcttgggatt 1020

aaagaagatg agtttcaaag tgctctaaat catatggcag aaacagcaat gcaagataga 1080

tgcaactcaa ctaatcctag aaaaccttct aaagaagaac ttatacatat ttatcaaaaa 1140

tgttattaa 1149

<210> 84

<211> 382

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 84

Met Glu Asp Lys Phe Glu Asn Phe Asn Leu Lys Ser Lys Ile Tyr Phe

1 5 10 15

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

20 25 30

Phe Ile Val Ala Asp Ala Ile Met Gly Lys Leu Gly Tyr Leu Gln Lys

35 40 45

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

50 55 60

Gly Val His Pro Asp Pro Asp Val Asn Val Ile Ala Asp Ala Met Lys

65 70 75 80

Leu Tyr Lys Lys Ser Asp Ala Asp Val Leu Val Ala Leu Gly Gly Gly

85 90 95

Ser Ser Ile Asp Thr Ala Lys Gly Ile Met Tyr Phe Ala Cys Asn Leu

100 105 110

Gly Lys Ala Met Gly Gln Glu Met Lys Lys Pro Leu Phe Ile Ala Ile

115 120 125

Pro Ser Thr Ser Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Asn Phe Thr Val Ile
 130 135 140
 Thr Ser Gln Lys Glu Lys Val Cys Ile Ile Asp Asp Phe Ile Ala Pro
 145 150 155 160
 Asp Val Ala Ile Leu Asp Ser Ser Cys Ile Asp Gly Leu Pro Gln Arg
 165 170 175
 Ile Val Ala Asp Thr Gly Ile Asp Val Leu Val His Ser Ile Glu Ala
 180 185 190
 Tyr Val Ser Lys Lys Ala Thr Asp Phe Thr Asp Ala Leu Ala Glu Lys
 195 200 205
 Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Asn Leu Pro Lys Ile Tyr Asn Asp Ser
 210 215 220
 Lys Asp Ser Glu Ala Arg Asp His Val Gln Asn Ala Ser Cys Ile Ala
 225 230 235 240
 Gly Ile Ala Phe Thr Asn Ala Gly Leu Gly Ile Asn His Ser Leu Ala
 245 250 255
 His Ala Met Gly Gly Ser Phe His Ile Pro His Gly Arg Ser Asn Ala
 260 265 270
 Leu Leu Leu Asn Ala Val Met Glu Tyr Asn Ala Ser Leu Val Gly Asn
 275 280 285
 Ala Ser Glu His Ala Met Glu Lys Tyr Ala Lys Leu Ala Ser Ile Leu
 290 295 300
 His Leu Pro Ala Arg Thr Thr Arg Glu Gly Ala Val Ser Phe Ile Glu
 305 310 315 320
 Ala Val Asp Lys Leu Ile Lys Ser Leu Gly Val Glu Asp Asn Ile Arg
 325 330 335
 Ser Leu Gly Ile Lys Glu Asp Glu Phe Gln Ser Ala Leu Asn His Met
 340 345 350
 Ala Glu Thr Ala Met Gln Asp Arg Cys Thr Pro Thr Asn Pro Arg Lys
 355 360 365
 Pro Ser Lys Glu Glu Leu Ile His Ile Tyr Gln Lys Cys Tyr

370 375 380

<210> 85

<211> 1002

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 85

atgaaattga tggaaaaaat ttggagtaag gcaaaggaag acaaaaaaaaa gattgtctta 60

gctgaaggag aagaagaaag aactcttcaa gcttgtgaaa aaataattaa agagggtatt 120

gcaaatttaa tcctttagg gaatgaaaag gtaataaaag aaaaagcgtc aaaattaggt 180

gtaagtttaa atggagcaga aatagtagat ccagagactt cagataaact aaaggcatat 240

gcagatgctt tttatgaatt gagaagaag aagggaataa cgccagaaaa agcggataaa 300

atagtaagag atccaatata ctttgctaca atgatggtta aacttgga tgcagatgga 360

ttggtttcag gtgcggttca tactacaggt gatcttttga gaccaggact tcaaatagta 420

aagacagctc caggtacatc agtagtttcc agtacattta taatggaagt accaaattgt 480

gagtatggtg acaatggtgt acttctatct gctgattgtg ctgtaaatcc atgccagat 540

agtgatcaat tggcttcaat tgcaataagt acagcagaaa ctgcaaagaa cttatgtgga 600

atggatccaa aagtagcaat gctttcattt tctactaagg gaagtgcata acacgaatta 660

gtagacaaag ttagaaatgc ttagagatt gcaaaaaaag ctaaaccaga ttaagtta 720

gacggagaat tacaattaga tgctctatc gtagaaaagg ttgcaagttt aaaggctcct 780

ggaagtgaag tagcagaaa agcaaatgta cttgtatttc cagatctcca agcaggaaat 840

ataggctata aactcgttca aagatttga aaagcagatg ctataggacc tgtatgcaa 900

ggatttgcaa aacctataaa tgatttgtca agaggatgta attctgatga tatagtaaat 960

gtagtagctg taacagcagt tcaagcacia gctcaaaagt aa 1002

<210> 86

<211> 333

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 86

Met Lys Leu Met Glu Lys Ile Trp Ser Lys Ala Lys Glu Asp Lys Lys

1 5 10 15

Lys Ile Val Leu Ala Glu Gly Glu Glu Glu Arg Thr Leu Gln Ala Cys

20 25 30

Glu Lys Ile Ile Lys Glu Gly Ile Ala Asn Leu Ile Leu Val Gly Asn
 35 40 45
 Glu Lys Val Ile Lys Glu Lys Ala Ser Lys Leu Gly Val Ser Leu Asn
 50 55 60

 Gly Ala Glu Ile Val Asp Pro Glu Thr Ser Asp Lys Leu Lys Ala Tyr
 65 70 75 80
 Ala Asp Ala Phe Tyr Glu Leu Arg Lys Lys Lys Gly Ile Thr Pro Glu
 85 90 95
 Lys Ala Asp Lys Ile Val Arg Asp Pro Ile Tyr Phe Ala Thr Met Met
 100 105 110
 Val Lys Leu Gly Asp Ala Asp Gly Leu Val Ser Gly Ala Val His Thr
 115 120 125

 Thr Gly Asp Leu Leu Arg Pro Gly Leu Gln Ile Val Lys Thr Ala Pro
 130 135 140
 Gly Thr Ser Val Val Ser Ser Thr Phe Ile Met Glu Val Pro Asn Cys
 145 150 155 160
 Glu Tyr Gly Asp Asn Gly Val Leu Leu Phe Ala Asp Cys Ala Val Asn
 165 170 175
 Pro Cys Pro Asp Ser Asp Gln Leu Ala Ser Ile Ala Ile Ser Thr Ala
 180 185 190

 Glu Thr Ala Lys Asn Leu Cys Gly Met Asp Pro Lys Val Ala Met Leu
 195 200 205
 Ser Phe Ser Thr Lys Gly Ser Ala Lys His Glu Leu Val Asp Lys Val
 210 215 220
 Arg Asn Ala Val Glu Ile Ala Lys Lys Ala Lys Pro Asp Leu Ser Leu
 225 230 235 240
 Asp Gly Glu Leu Gln Leu Asp Ala Ser Ile Val Glu Lys Val Ala Ser
 245 250 255

 Leu Lys Ala Pro Gly Ser Glu Val Ala Gly Lys Ala Asn Val Leu Val
 260 265 270
 Phe Pro Asp Leu Gln Ala Gly Asn Ile Gly Tyr Lys Leu Val Gln Arg

275	280	285	
Phe Ala Lys Ala Asp Ala Ile Gly Pro Val Cys Gln Gly Phe Ala Lys			
290	295	300	
Pro Ile Asn Asp Leu Ser Arg Gly Cys Asn Ser Asp Asp Ile Val Asn			
305	310	315	320
Val Val Ala Val Thr Ala Val Gln Ala Gln Ala Gln Lys			
325	330		
<210> 87			
<211> 1197			
<212> DNA			
<213> Clostridium ljungdahlii			
<400> 87			
atgaaaatat tagtagtaaa ctgtggaagt tcattctttaa aatatcaact tattgatatg	60		
caagatgaaa gtgtgttagc aaagggtctt gtagaaagaa taggaatgga cggttcaatt	120		
ttaacacaca aagttaatgg agaaaagttt gttacagagc aaacaatgga agaccacaaa	180		
gttgctatac aattagtatt aaatgctctt gtagataaaa aacatggtgt aataaaagac	240		
atgtcagaaa tatccgctgt aggacataga gtcttgcacg gtggaagaa atatgcagca	300		
tccattctta ttgacgaaaa tgtaatgaaa gcaatagaag aatglatccc actaggacca	360		
ctacataatc cagctaatat aatgggaata gatgcttgta aaaaattaat gccaaatact	420		
ccaatggtag cagtatttga tacagcattt catcagacaa tgccagatta tgcttatact	480		
tatgcaatac cttatgatat atctgaaaag tatgatata gaaaatatgg ttttcatgga	540		
acttctcata gattcgtttc aattgaagca gctaaattat taaagaaaga tccaaaagat	600		
cttaagttaa taacttgta tttaggaaat ggagctagca tatgtgcagt aaaccaagga	660		
aaagcagtag atacaacgat gggacttact cctcttgcag gacttgtaat gggaactaga	720		
tgccgtgata tagatccagc tatagtacca tttgtaatga aaagaacagg catgtctgta	780		
gatgaagtgg ataccttaat gaataaaaag tcaggaatac ttggagtatc aggagtaagc	840		
agtgatttta gagatgtaga agaagctgca aattcaggaa atgatagagc aaaacttgca	900		
ttaaatatgt attatcacia agttaaatct ttcataaggag cttatgttgc agttttaaat	960		
ggagcagatg ctataatatt tacagcagga cttggagaaa attcagcaac tagcagatct	1020		
gctatatgta atggattaag ctatttttga attaaaatag atgaagaaaa gaataagaaa	1080		
aggggagagg cactagaaat aagcacacct gattcaaaga taaaagtatt agtaattcct	1140		

acaaatgaag aacttatgat agctagggat acaaaagaaa tagttgaaaa taaataa 1197

<210> 88

<211> 398

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 88

Met Lys Ile Leu Val Val Asn Cys Gly Ser Ser Ser Leu Lys Tyr Gln

1 5 10 15

Leu Ile Asp Met Gln Asp Glu Ser Val Val Ala Lys Gly Leu Val Glu

20 25 30

Arg Ile Gly Met Asp Gly Ser Ile Leu Thr His Lys Val Asn Gly Glu

35 40 45

Lys Phe Val Thr Glu Gln Thr Met Glu Asp His Lys Val Ala Ile Gln

50 55 60

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

65 70 75 80

Met Ser Glu Ile Ser Ala Val Gly His Arg Val Leu His Gly Gly Lys

85 90 95

Lys Tyr Ala Ala Ser Ile Leu Ile Asp Glu Asn Val Met Lys Ala Ile

100 105 110

Glu Glu Cys Ile Pro Leu Gly Pro Leu His Asn Pro Ala Asn Ile Met

115 120 125

Gly Ile Asp Ala Cys Lys Lys Leu Met Pro Asn Thr Pro Met Val Ala

130 135 140

Val Phe Asp Thr Ala Phe His Gln Thr Met Pro Asp Tyr Ala Tyr Thr

145 150 155 160

Tyr Ala Ile Pro Tyr Asp Ile Ser Glu Lys Tyr Asp Ile Arg Lys Tyr

165 170 175

Gly Phe His Gly Thr Ser His Arg Phe Val Ser Ile Glu Ala Ala Lys

180 185 190

Leu Leu Lys Lys Asp Pro Lys Asp Leu Lys Leu Ile Thr Cys His Leu

195 200 205

Gly Asn Gly Ala Ser Ile Cys Ala Val Asn Gln Gly Lys Ala Val Asp

210 215 220

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

225 230 235 240

Cys Gly Asp Ile Asp Pro Ala Ile Val Pro Phe Val Met Lys Arg Thr

245 250 255

Gly Met Ser Val Asp Glu Val Asp Thr Leu Met Asn Lys Lys Ser Gly

260 265 270

Ile Leu Gly Val Ser Gly Val Ser Ser Asp Phe Arg Asp Val Glu Glu

275 280 285

Ala Ala Asn Ser Gly Asn Asp Arg Ala Lys Leu Ala Leu Asn Met Tyr

290 295 300

Tyr His Lys Val Lys Ser Phe Ile Gly Ala Tyr Val Ala Val Leu Asn

305 310 315 320

Gly Ala Asp Ala Ile Ile Phe Thr Ala Gly Leu Gly Glu Asn Ser Ala

325 330 335

Thr Ser Arg Ser Ala Ile Cys Asn Gly Leu Ser Tyr Phe Gly Ile Lys

340 345 350

Ile Asp Glu Glu Lys Asn Lys Lys Arg Gly Glu Ala Leu Glu Ile Ser

355 360 365

Thr Pro Asp Ser Lys Ile Lys Val Leu Val Ile Pro Thr Asn Glu Glu

370 375 380

Leu Met Ile Ala Arg Asp Thr Lys Glu Ile Val Glu Asn Lys

385 390 395

<210> 89

<211> 1824

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 89

atgtacggat ataagggtaa ggtattaaga attaatctaa gtagtaaac ttatatagtg 60

gaagaattga aaattgacaa agctaaaaaa tttataggtg caagagggtt aggcgtaaaa 120

accttatttg acgaagtaga tccaaaggta gatccattat cacctgataa caaatttatt 180

atagcagcgg gaccacttac aggtgcacct gttccaacaa gcggaagatt catggtagtt 240

actaaatcac ctttaacagg aactattgct attgcaaatt caggtggaaa atggggagca 300

gaattcaaag cagctggata cgatatgata atcgttgaag gtaaatctga taaagaagtt 360

tatgtaaata tagtagatga taaagtagaa tttagggatg cttctcatgt ttggggaaaa 420

ctaacagaag aaactacaaa aatgcttcaa caggaaacag attcgagagc taaggtttta 480

tgcataggac cagctgggga aaagttatca cttatggcag cagttatgaa tgatgttgat 540

agaacagcag gacgtggtgg tgttggagct gttatgggtt caaagaactt aaaagctatt 600

gtagttaaag gaagcggaaa agtaaaattia tttgatgaac aaaaagtga ggaagtagca 660

cttgagaaaa caaatatttt aagaaaagat ccagtagctg gtggaggact tccaacatac 720

ggaacagctg tacttgttaa tattataaat gaaaatggtg tacatccagt aaagaatttt 780

caaaaatctt atacagatca agcagataag atcagtggag aaactttaac taaagattgc 840

ttagttagaa aaaatccttg ctataggtgt ccaattgcct gtggaagatg ggtaaaactt 900

gatgatggaa ctgaatgtgg aggaccagaa tatgaaacat tatggtcatt tggatctgat 960

tgtgatgtat acgataataa tgctgtaaat acagcaaata tgttgtgtaa tgaatatgga 1020

ttagatacca ttacagcagg atgtactatt gcagcagcta tggaacttta tcaaagaggt 1080

tatatthaagg atgaagaaat agcagcagat ggattgtcac ttaattgggg agatgctaag 1140

tccatggttg aatgggttaa gaaaatggga cttagagaag gatttggaga caagatggca 1200

gatggttcat acagacttig tgactcatac ggtgtacctg agtattcaat gactgtaaaa 1260

aaacaggaac ttccagcata tgaccaaga ggaatacagg gacatggtat tacttatgct 1320

gttaacaata ggggaggatg tcacattaag ggatatatgg taagtcctga aatacttggc 1380

tatccagaaa aacttgatag acttgcagtg gaaggaaaag caggatatgc tagagtattc 1440

catgatttaa cagctgttat agattcactt ggattatgta tttttacaac atttggcttt 1500

ggtgcacagg attatgttga tatgtataat gcagtagttg gtggagaatt acatgatgta 1560

aattctttaa tgttagctgg agatagaata tggactttag aaaaaatatt taacttaaag 1620

gcaggcatag atagttcaca ggatactctt ccaaagagat tgcttgaaga acaaattcca 1680

gaaggacat caaaaggaga agttcataag ttagatgtac tactacctga atattattca 1740

gtacgtggat gggataaaaa tggatttcct acagaggaaa cgttaaagaa attaggatta 1800

gatgaatacg taggtaagct ttag 1824

<210> 90

<211> 607

<212> PRT

<213> C. ljungdahlii

<400> 90

Met Tyr Gly Tyr Lys Gly Lys Val Leu Arg Ile Asn Leu Ser Ser Lys

1 5 10 15

Thr Tyr Ile Val Glu Glu Leu Lys Ile Asp Lys Ala Lys Lys Phe Ile

20 25 30

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

35 40 45

Lys Val Asp Pro Leu Ser Pro Asp Asn Lys Phe Ile Ile Ala Ala Gly

50 55 60

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

65 70 75 80

Thr Lys Ser Pro Leu Thr Gly Thr Ile Ala Ile Ala Asn Ser Gly Gly

85 90 95

Lys Trp Gly Ala Glu Phe Lys Ala Ala Gly Tyr Asp Met Ile Ile Val

100 105 110

Glu Gly Lys Ser Asp Lys Glu Val Tyr Val Asn Ile Val Asp Asp Lys

115 120 125

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

130 135 140

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

145 150 155 160

Cys Ile Gly Pro Ala Gly Glu Lys Leu Ser Leu Met Ala Ala Val Met

165 170 175

Asn Asp Val Asp Arg Thr Ala Gly Arg Gly Gly Val Gly Ala Val Met

180 185 190

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

195 200 205

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

210 215 220
 Asn Ile Leu Arg Lys Asp Pro Val Ala Gly Gly Gly Leu Pro Thr Tyr
 225 230 235 240
 Gly Thr Ala Val Leu Val Asn Ile Ile Asn Glu Asn Gly Val His Pro

 245 250 255
 Val Lys Asn Phe Gln Lys Ser Tyr Thr Asp Gln Ala Asp Lys Ile Ser
 260 265 270
 Gly Glu Thr Leu Thr Lys Asp Cys Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr
 275 280 285
 Arg Cys Pro Ile Ala Cys Gly Arg Trp Val Lys Leu Asp Asp Gly Thr
 290 295 300
 Glu Cys Gly Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Ser Phe Gly Ser Asp

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

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

 435 440 445
 Ile Lys Gly Tyr Met Val Ser Pro Glu Ile Leu Gly Tyr Pro Glu Lys
 450 455 460

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

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

565 570 575
 Glu Tyr Tyr Ser Val Arg Gly Trp Asp Lys Asn Gly Ile Pro Thr Glu
 580 585 590
 Glu Thr Leu Lys Lys Leu Gly Leu Asp Glu Tyr Val Gly Lys Leu
 595 600 605

<210> 91

<211> 1824

<212> DNA

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 91

atgtatggtt atgatggtaa agtattaaga attaatttaa aagaagaac ttgcaaatca 60

gaaaatttag atttagataa agctaaaaag tttatagggt gtaggggact aggtgttaaa 120

actttatttg atgaaataga tcctaaaata gatgcattat caccagaaaa taaatttata 180

attgtaacag gtcctttaac tggagctccg gttccaacta gtggaagggt tatggtagtt 240

actaaagcac cgttacagg aactatagga atttcaaatt cgggtggaaa atggggagta 300

gacttaaaaa aagctgggtg ggatatgata atagtagagg ataaggctga ttcaccagtt 360

tacattgaaa tagtagatga taaggtagaa attaaagacg cgtcacagct ttggggaaaa 420

gttacatcag aaactacaaa agagttagaa aagataactg agaataaatc aaaggtatta 480

tgtataggac ctgctgggtga acgattgtct cttatggcag cagttatgaa tgatgtagat 540

agaactgcag caagaggcgg cggttggtgca gttatgggat ctaaaaactt aaaagctatt 600

acagttaaag gaactggaaa aatagcttta gctgataaag aaaaagtaaa aaaagtgtcc 660

gtagaaaaaa ttacaacatt aaaaaatgat ccagtagctg gtcaggggaat gccaaacttat 720

ggtacagcta tactgggttaa tataataaat gaaaatggag ttcctcctgt aaagaatfff 780

caagagtctt atacgaatca agcagataaa ataagtggag agactcttac tgctaaccaa 840

ctagtaagga aaatccttg ttacagctgt cctatagggt gtggaagatg ggtagacta 900

aaagatggca cagagtgcgg aggaccagaa tatgaaacac tgtggtgttt tggatctgac 960

tgtgggtcat atgattttaga tgctataaat gaagctaata tggtatgtaa tgaatatggt 1020

attgatacta ttacttgggg tgcaacaatt gctgcagcta tggaacttta tcaaagagga 1080

tatataaaag acgaagaaat agctggagat aacctatctc tcaagtgggg tgatacggaa 1140

tctatgattg gctggataaa gagaatggta tatagtgaag gctttggagc aaagatgaca 1200

aatgggtcat ataggctttg tgaaggttat ggagcaccgg agtattctat gacagttaaa 1260

aagcaggaaa ttccagcata tgatccaagg ggaatacagg gacacggtat tacctatgca 1320

gttaataata gaggaggctg tcatattaag ggatatatga ttaaccctga aatattaggt 1380

tatctgaaa aacttgatag atttgcatta gatggtaaag cagcttatgc caaattatff 1440

catgatttaa ctgctgtaat tgattcttta ggattgtgca tattcactac atttgggctt 1500

ggaatacagg attatgtaga tatgtataat gcagtagtag gagaatctac ttatgatgca 1560

gattcactat tagaggcagg agatagaatc tggactcttg agaaattatt taatcttgca 1620

gctggaatag acagcagcca ggatactcta ccaaagagat tggtagaaga acctattcca 1680

gatggcccat caaagggaga agttcatagg ctataggttc ttctgccaga atattactca 1740

gtacgaggat ggagtaaaga gggatatcct acagaagaaa cattaaagaa attaggatta 1800

gatgaatata taggtaagtt ctag 1824

<210> 92

<211> 607

<212> PRT

<213> Clostridium ljungdahlii

<400> 92

Met Tyr Gly Tyr Asp Gly Lys Val Leu Arg Ile Asn Leu Lys Glu Arg

1 5 10 15

Thr Cys Lys Ser Glu Asn Leu Asp Leu Asp Lys Ala Lys Lys Phe Ile

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

Gly Glu Thr Leu Thr Ala Asn Gln Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr
275 280 285

Ser Cys Pro Ile Gly Cys Gly Arg Trp Val Arg Leu Lys Asp Gly Thr
290 295 300

Glu Cys Gly Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Cys Phe Gly Ser Asp
305 310 315 320

Cys Gly Ser Tyr Asp Leu Asp Ala Ile Asn Glu Ala Asn Met Leu Cys
325 330 335

Asn Glu Tyr Gly Ile Asp Thr Ile Thr Cys Gly Ala Thr Ile Ala Ala
340 345 350

Ala Met Glu Leu Tyr Gln Arg Gly Tyr Ile Lys Asp Glu Glu Ile Ala
355 360 365

Gly Asp Asn Leu Ser Leu Lys Trp Gly Asp Thr Glu Ser Met Ile Gly
370 375 380

Trp Ile Lys Arg Met Val Tyr Ser Glu Gly Phe Gly Ala Lys Met Thr
385 390 395 400

Asn Gly Ser Tyr Arg Leu Cys Glu Gly Tyr Gly Ala Pro Glu Tyr Ser
405 410 415

Met Thr Val Lys Lys Gln Glu Ile Pro Ala Tyr Asp Pro Arg Gly Ile
420 425 430

Gln Gly His Gly Ile Thr Tyr Ala Val Asn Asn Arg Gly Gly Cys His
435 440 445

Ile Lys Gly Tyr Met Ile Asn Pro Glu Ile Leu Gly Tyr Pro Glu Lys
450 455 460

Leu Asp Arg Phe Ala Leu Asp Gly Lys Ala Ala Tyr Ala Lys Leu Phe
465 470 475 480

His Asp Leu Thr Ala Val Ile Asp Ser Leu Gly Leu Cys Ile Phe Thr
485 490 495

Thr Phe Gly Leu Gly Ile Gln Asp Tyr Val Asp Met Tyr Asn Ala Val
500 505 510

Val Gly Glu Ser Thr Tyr Asp Ala Asp Ser Leu Leu Glu Ala Gly Asp

515	520	525	
Arg Ile Trp Thr Leu Glu Lys Leu Phe Asn Leu Ala Ala Gly Ile Asp			
530	535	540	
Ser Ser Gln Asp Thr Leu Pro Lys Arg Leu Leu Glu Glu Pro Ile Pro			
545	550	555	560
Asp Gly Pro Ser Lys Gly Glu Val His Arg Leu Asp Val Leu Leu Pro			
565	570	575	
Glu Tyr Tyr Ser Val Arg Gly Trp Ser Lys Glu Gly Ile Pro Thr Glu			
580	585	590	
Glu Thr Leu Lys Lys Leu Gly Leu Asp Glu Tyr Ile Gly Lys Phe			
595	600	605	
<210>	93		
<211>	2697		
<212>	DNA		
<213>	Clostridium ragsdalei		
<400>	93		
atgccaagaa atctgtttat atttaacagc atgaaaaata agaaagaggt gtcattaatg		60	
aaggtaacta aggttaactaa cggtgaagaa ttaatgaaaa agttagatga agtaacggct		120	
gctcaaaaaa aattctctag ttatagtcag gaacaagtgg atgagatctt taggcaggca		180	
gctatggcag ccaatagtgc tagaatagat ctagctaaaa tggcagtgga agaaagcggga		240	
atgggaattg tagaagacaa gggtattaaa aatcattttg tttcagaata tatatataac		300	
aaatataagg atgaaaagac ctgtggagtt ttagaagaag accaaggttt tggatatggtt		360	
agaattgcgg aacctgtagg gggtatagca gcagtagttc caacaactaa tccaacatcc		420	
acagcaatct ttaaactctt aatagctttg aaaactagaa atggtatagt tttttacca		480	
catccaagag caaaaaaatc aactattgca gcagctaaga tagtacttga tgcagcagtt		540	
aaagctgggt ctctgaagg aattatagga tggatagatg aaccttccat tgaactctca		600	
caggtggtaa tgaagaagc agatttaatt ctgcaactg gtggcccggt tatggttaag		660	
gtgcctatt cttcaggaag gcctgctata ggagttggcc caggtaacac acctgctgta		720	
attgatgaaa gtgctgatat taaaatggca gttaattcaa tactcctttc aaaaactttt		780	
gataatggta tgatttgtgc ttacagagcag tcagtagtag ttgtaagctc aatatacgat		840	
gaagtcaaga aagaatttgc agatagagga gcgtatatat taagtaagga tgaaacagat		900	

aaggttgaa aaacaattat gattaatggc gctctaaatg ctggcattgt agggcaaagt 960
gcttttaaaa tagcacagat ggcaggagt agtgtaccag aggatgctaa agtacttata 1020
ggagaagtta aatcagtaga acctgaagaa gagccctttg ctcatgaaaa gctgtctcca 1080
gttttagcta tgiacaaagc aaaagatttt gatgaagcac ttctaaaggc tggaagatta 1140
gttgaacgag gtggaattgg gcatacatct gtattatatg taaattcaat gacggaaaaa 1200
gtaaaagtag aaaagttcag agaaactatg aagactggta gaacattgat aaatatgcct 1260
tcagcacaag gtgctatagg agatatatat aactttaaac tagctccttc ttgacgcta 1320

ggatgtggtt cctggggagg aaactctgta tcagaaaatg ttggacctaa acatttatta 1380
aacataaaaa gtgttgctga gaggagagaa aatatgcttt ggtttagagt acctgaaaaa 1440
gtttatttca aatatggtag tcttgagatt gcattaaagg aattgagaac ttggagaag 1500
aaaaaggcat ttatagtaac ggataaggtt ctttatcaat taggttatgt agataaaatt 1560
acaaaaaatc tcgatgaatt aagagtttca tataaaatat ttacagatgt agaaccagat 1620
ccaacccttg ctacagctaa aaaagggtgca tcagaactgc tttctatga accagatata 1680
attatagcag ttggtggtgg ttcggcaatg gatgcagcca agatcatgtg ggtaatgtat 1740

gagcatccag aagtaagatt tgaagatttg gctatgagat ttatggatat aagaaagaga 1800
gtatatgttt ttcctaagat gggtgaaaaa gcaatgatga tttcagtagc aacatccgca 1860
ggaacaggat ctgaagttac tccatttgca gtaattacgg atgaaagaac aggagctaaa 1920
tatccactgg ctgattatga attgactcca aacatggcta taattgatgc agaacttatg 1980
atgggaatgc caaaagggt tacagcagct tcgggtatag atgcattaac ccatgcactg 2040
gaggcgtatg tatcaataat ggcttcagaa tataccaatg gattggctct tgaagcaaca 2100
agattagtat ttaaataatt gccaatagct tatacagaag gtacaactaa tgtaaaggca 2160

agagaaaaaa tggtctatgc ttcaactata gcaggatagg cttttgcaa tgcattctta 2220
ggggtatgtc actctatggc acataaattg ggagcacagc accatatacc acatggaatt 2280
gccaatgcgc ttatgataga tgaagttata aaattcaatg ctgtagaggc tccaaggaaa 2340
caagcggcat ttccacaata taagtaccca aatgttaaaa gaagatatgc tagaatagct 2400
gattacttaa atttaggagg aagcacagat gatgaaaaag tacaattgct aataaatgct 2460
atagatgact taaaaactaa gttaaataatt ccaaagacta ttaaagaggc aggagtttca 2520
gaagataaat tctatgtac tttagacaca atgtcagaac tggttttga tgatcaatgt 2580

acaggagcta atccaagata tccactaata ggagaaataa aacaaatgta tataaatgca 2640
tttgatacac caaaggcaac tgtggagaag aaaacaaaaa gaaaaataaa catataa 2697

<210> 94

<211> 898

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 94

Met Pro Arg Asn Leu Phe Ile Phe Asn Ser Met Lys Asn Lys Lys Glu

1 5 10 15

Val Ser Leu Met Lys Val Thr Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met

20 25 30

Lys Lys Leu Asp Glu Val Thr Ala Ala Gln Lys Lys Phe Ser Ser Tyr

35 40 45

Ser Gln Glu Gln Val Asp Glu Ile Phe Arg Gln Ala Ala Met Ala Ala

50 55 60

Asn Ser Ala Arg Ile Asp Leu Ala Lys Met Ala Val Glu Glu Ser Gly

65 70 75 80

Met Gly Ile Val Glu Asp Lys Val Ile Lys Asn His Phe Val Ser Glu

85 90 95

Tyr Ile Tyr Asn Lys Tyr Lys Asp Glu Lys Thr Cys Gly Val Leu Glu

100 105 110

Glu Asp Gln Gly Phe Gly Met Val Arg Ile Ala Glu Pro Val Gly Val

115 120 125

Ile Ala Ala Val Val Pro Thr Thr Asn Pro Thr Ser Thr Ala Ile Phe

130 135 140

Lys Ser Leu Ile Ala Leu Lys Thr Arg Asn Gly Ile Val Phe Ser Pro

145 150 155 160

His Pro Arg Ala Lys Lys Ser Thr Ile Ala Ala Ala Lys Ile Val Leu

165 170 175

Asp Ala Ala Val Lys Ala Gly Ala Pro Glu Gly Ile Ile Gly Trp Ile

180 185 190

Asp Glu Pro Ser Ile Glu Leu Ser Gln Val Val Met Lys Glu Ala Asp

195 200 205

Leu Ile Leu Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr Ser

210 215 220

Ser Gly Lys Pro Ala Ile Gly Val Gly Pro Gly Asn Thr Pro Ala Val

225 230 235 240

Ile Asp Glu Ser Ala Asp Ile Lys Met Ala Val Asn Ser Ile Leu Leu

245 250 255

Ser Lys Thr Phe Asp Asn Gly Met Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser Val

260 265 270

Val Val Val Ser Ser Ile Tyr Asp Glu Val Lys Lys Glu Phe Ala Asp

275 280 285

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

290 295 300

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

305 310 315 320

Ala Phe Lys Ile Ala Gln Met Ala Gly Val Ser Val Pro Glu Asp Ala

325 330 335

Lys Val Leu Ile Gly Glu Val Lys Ser Val Glu Pro Glu Glu Glu Pro

340 345 350

Phe Ala His Glu Lys Leu Ser Pro Val Leu Ala Met Tyr Lys Ala Lys

355 360 365

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

370 375 380

Gly Ile Gly His Thr Ser Val Leu Tyr Val Asn Ser Met Thr Glu Lys

385 390 395 400

Val Lys Val Glu Lys Phe Arg Glu Thr Met Lys Thr Gly Arg Thr Leu

405 410 415

Ile Asn Met Pro Ser Ala Gln Gly Ala Ile Gly Asp Ile Tyr Asn Phe

420 425 430

Lys Leu Ala Pro Ser Leu Thr Leu Gly Cys Gly Ser Trp Gly Gly Asn

435 440 445

Ser Val Ser Glu Asn Val Gly Pro Lys His Leu Leu Asn Ile Lys Ser

450 455 460

Val Ala Glu Arg Arg Glu Asn Met Leu Trp Phe Arg Val Pro Glu Lys

465 470 475 480
 Val Tyr Phe Lys Tyr Gly Ser Leu Gly Val Ala Leu Lys Glu Leu Arg

 485 490 495
 Thr Leu Glu Lys Lys Lys Ala Phe Ile Val Thr Asp Lys Val Leu Tyr
 500 505 510
 Gln Leu Gly Tyr Val Asp Lys Ile Thr Lys Asn Leu Asp Glu Leu Arg
 515 520 525
 Val Ser Tyr Lys Ile Phe Thr Asp Val Glu Pro Asp Pro Thr Leu Ala
 530 535 540
 Thr Ala Lys Lys Gly Ala Ser Glu Leu Leu Ser Tyr Glu Pro Asp Thr

 545 550 555 560
 Ile Ile Ala Val Gly Gly Gly Ser Ala Met Asp Ala Ala Lys Ile Met
 565 570 575
 Trp Val Met Tyr Glu His Pro Glu Val Arg Phe Glu Asp Leu Ala Met
 580 585 590
 Arg Phe Met Asp Ile Arg Lys Arg Val Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly
 595 600 605
 Glu Lys Ala Met Met Ile Ser Val Ala Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser

 610 615 620
 Glu Val Thr Pro Phe Ala Val Ile Thr Asp Glu Arg Thr Gly Ala Lys
 625 630 635 640
 Tyr Pro Leu Ala Asp Tyr Glu Leu Thr Pro Asn Met Ala Ile Ile Asp
 645 650 655
 Ala Glu Leu Met Met Gly Met Pro Lys Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly
 660 665 670
 Ile Asp Ala Leu Thr His Ala Leu Glu Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala

 675 680 685
 Ser Glu Tyr Thr Asn Gly Leu Ala Leu Glu Ala Thr Arg Leu Val Phe
 690 695 700
 Lys Tyr Leu Pro Ile Ala Tyr Thr Glu Gly Thr Thr Asn Val Lys Ala
 705 710 715 720

Arg Glu Lys Met Ala His Ala Ser Thr Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala

725 730 735

Asn Ala Phe Leu Gly Val Cys His Ser Met Ala His Lys Leu Gly Ala

740 745 750

Gln His His Ile Pro His Gly Ile Ala Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu

755 760 765

Val Ile Lys Phe Asn Ala Val Glu Ala Pro Arg Lys Gln Ala Ala Phe

770 775 780

Pro Gln Tyr Lys Tyr Pro Asn Val Lys Arg Arg Tyr Ala Arg Ile Ala

785 790 795 800

Asp Tyr Leu Asn Leu Gly Gly Ser Thr Asp Asp Glu Lys Val Gln Leu

805 810 815

Leu Ile Asn Ala Ile Asp Asp Leu Lys Thr Lys Leu Asn Ile Pro Lys

820 825 830

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

835 840 845

Asp Thr Met Ser Glu Leu Ala Phe Asp Asp Gln Cys Thr Gly Ala Asn

850 855 860

Pro Arg Tyr Pro Leu Ile Gly Glu Ile Lys Gln Met Tyr Ile Asn Ala

865 870 875 880

Phe Asp Thr Pro Lys Ala Thr Val Glu Lys Lys Thr Lys Arg Lys Ile

885 890 895

Asn Ile

<210> 95

<211> 2613

<212> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 95

atgaaagtta caaacgtgga agaattaatg aaaagactag aagagataaa ggatgctcaa 60

aagaaatttg ctacatatat tcaagaacaa gtggatgaaa ttttagaca agcagctatg 120

gcagccaata gtgctagaat agaactagct aaaatggcag tggaagaaag cggaatggga 180

attgtagaag acaaggttat taaaaatcac ttgcctcag aatatatata taacaaatat 240

aaggatgaaa agacctgtgg agtttttagaa agagatgcag gctttggtat agttagaatt 300

gcggaacctg taggggttat tgcagcagta gtccaacaa ctaatccaac atctacagca 360

atctttaaat cactaatagc tttaaaaact agaaatggta taattttttc accgcatcca 420

agggcaaaga aatcaactat tgcagcagct aaaatagtag ttgatgctgc agttaagct 480

ggtgctcccg aaggaattat aggatggata gatgaacctt ccattgaact ttcacagggtg 540

gtaatgggag aagcaaattt aattcttgca actggtggcc cgggtatggt taaggctgcc 600

tattcttcag gaaaacctgc tgtaggagtt ggcccaggta atacacctgc tataattgat 660

gaaagtgccg atattaaaat ggcagtaaat tcaatattac tctcaaaaac ttttgataat 720

ggtatgattt gtgcctcaga gcagtcagta atagtttttag actcaatata tgaggaagtt 780

aaaaaagaat ttgcttatag gggagccttat atattgagtg aggatgaaac agataaggtt 840

ggaaaaataa ttttaaaaaa tggagcctta aatgctggta ttgtaggaca aagtgccttt 900

aaaatagcac agctggcagg agtgaacgta ccagaaaaag ctaaagtact tataggagag 960

glagaatcag tagaacttga agaaccattt tctcatgaaa agttatctcc agtttttagct 1020

atgtacaggg caagagattt tgaggatgcc attgcaaaaa ctgataaact ggttagggca 1080

ggtggatttg gacatacatc ttcatatat gtaaatccaa tgacagaaaa agcaaaagta 1140

gaaaaattta gtactatgat gaaaacatca agaactataa ttaacacacc ttcattctca 1200

ggtggtatag gtgacatata taactttaag ctagctcctt cgctgacgt aggctgccga 1260

tcttggggag gaaactctgt atccgaaaat gttgggccta aacattttatt aaacataaaa 1320

agtgttgctg agaggagaga aaatatgctt tggtttagag tgcctgaaaa ggtttatttc 1380

aaatacggta gtcttgaggt tgcattaaaa gaattaaaag ttatgaataa gaagaaagta 1440

tttatagtaa cagataaagt cttttatcaa ttaggttatg tggacaaagt tacaaaagtt 1500

cttaggaac taaaaatttc ctataaagta ttacagatg tagaaccaga tccaaccctt 1560

gtacagcta aaaaagggtc agcagaattg ctgtcatatg aaccggatac aattatatca 1620

gttgggtgtg gttcagcaat ggatgcagcc aagattatgt gggtaatgta tgagcatcca 1680

gaagtaaaat ttgaagattt agctatgaga tttatggata taagaaagag agtatatgtt 1740

ttccctaaga tgggagaaaa agcaatgatg atttcagtag caacatccgc aggtacagga 1800

tcagaagtta ctccatttgc agtaattaca gatgaaaaaa caggagctaa atatccatta 1860

gctgattatg agttaactcc aaacatggct atagttgatg cagaacttat gatgggaatg 1920
ccaagaggac ttacggcagc gtcaggata gatgcattaa ctcatgcact ggaagcttat 1980
glatcaataa tggctacaga atttaccat ggattagccc ttgaagcagt aaagttgata 2040
tttgaatatt taccaaaagc ttatacagaa ggtacaacta atgtaaaggc aagagaaaaa 2100
atggctcatg cttcatgtat tgctggtagt gcttttgcaa atgcattctt aggggtatgc 2160
cactctatgg cacataaatt aggagcacag caccacatac cacatggaat tgctaatagca 2220
cttatgatag atgaagttat aaaattcaat gctgtagatg atccaataaa acaagctgca 2280

tttctcaat acgagtatcc aaatgccaag tatagatatg ctcagatagc tgattgtctc 2340
aacttaggag gaaatacaga agatgaaaag gtgcaattat taataaatgc tatagatgat 2400
ctaaaagcta agttaaatat tccagaaacg attaaagaag caggagtttc agaagaaaaa 2460
ttctatacta ctttagataa aatgtcagaa ttagcttttg atgatcaatg tacaggagct 2520
aacccaaggt atccactaat aagtgaataa aaacaaatgt atataaatgt ttttgataaa 2580
actgaaccaa ttgtagaaga tgaagaaaag taa 2613

<210> 96

<211> 870

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 96

Met Lys Val Thr Asn Val Glu Glu Leu Met Lys Arg Leu Glu Glu Ile

1 5 10 15

Lys Asp Ala Gln Lys Lys Phe Ala Thr Tyr Thr Gln Glu Gln Val Asp

20 25 30

Glu Ile Phe Arg Gln Ala Ala Met Ala Ala Asn Ser Ala Arg Ile Glu

35 40 45

Leu Ala Lys Met Ala Val Glu Glu Ser Gly Met Gly Ile Val Glu Asp

50 55 60

Lys Val Ile Lys Asn His Phe Ala Ser Glu Tyr Ile Tyr Asn Lys Tyr

65 70 75 80

Lys Asp Glu Lys Thr Cys Gly Val Leu Glu Arg Asp Ala Gly Phe Gly

85 90 95

Ile Val Arg Ile Ala Glu Pro Val Gly Val Ile Ala Ala Val Val Pro

100 105 110

Thr Thr Asn Pro Thr Ser Thr Ala Ile Phe Lys Ser Leu Ile Ala Leu
115 120 125

Lys Thr Arg Asn Gly Ile Ile Phe Ser Pro His Pro Arg Ala Lys Lys
130 135 140

Ser Thr Ile Ala Ala Ala Lys Ile Val Leu Asp Ala Ala Val Lys Ala
145 150 155 160

Gly Ala Pro Glu Gly Ile Ile Gly Trp Ile Asp Glu Pro Ser Ile Glu
165 170 175

Leu Ser Gln Val Val Met Gly Glu Ala Asn Leu Ile Leu Ala Thr Gly
180 185 190

Gly Pro Gly Met Val Lys Ala Ala Tyr Ser Ser Gly Lys Pro Ala Val
195 200 205

Gly Val Gly Pro Gly Asn Thr Pro Ala Ile Ile Asp Glu Ser Ala Asp
210 215 220

Ile Lys Met Ala Val Asn Ser Ile Leu Leu Ser Lys Thr Phe Asp Asn
225 230 235 240

Gly Met Ile Cys Ala Ser Glu Gln Ser Val Ile Val Leu Asp Ser Ile
245 250 255

Tyr Glu Glu Val Lys Lys Glu Phe Ala Tyr Arg Gly Ala Tyr Ile Leu
260 265 270

Ser Glu Asp Glu Thr Asp Lys Val Gly Lys Ile Ile Leu Lys Asn Gly
275 280 285

Ala Leu Asn Ala Gly Ile Val Gly Gln Ser Ala Phe Lys Ile Ala Gln
290 295 300

Leu Ala Gly Val Asn Val Pro Glu Lys Ala Lys Val Leu Ile Gly Glu
305 310 315 320

Val Glu Ser Val Glu Leu Glu Glu Pro Phe Ser His Glu Lys Leu Ser
325 330 335

Pro Val Leu Ala Met Tyr Arg Ala Arg Asp Phe Glu Asp Ala Ile Ala
340 345 350

Lys Thr Asp Lys Leu Val Arg Ala Gly Gly Phe Gly His Thr Ser Ser

355	360	365
Leu Tyr Val Asn Pro Met Thr Glu Lys Ala Lys Val Glu Lys Phe Ser		
370	375	380
Thr Met Met Lys Thr Ser Arg Thr Ile Ile Asn Thr Pro Ser Ser Gln		
385	390	395
Gly Gly Ile Gly Asp Ile Tyr Asn Phe Lys Leu Ala Pro Ser Leu Thr		
405	410	415
Leu Gly Cys Gly Ser Trp Gly Gly Asn Ser Val Ser Glu Asn Val Gly		
420	425	430
Pro Lys His Leu Leu Asn Ile Lys Ser Val Ala Glu Arg Arg Glu Asn		
435	440	445
Met Leu Trp Phe Arg Val Pro Glu Lys Val Tyr Phe Lys Tyr Gly Ser		
450	455	460
Leu Gly Val Ala Leu Lys Glu Leu Lys Val Met Asn Lys Lys Lys Val		
465	470	475
Phe Ile Val Thr Asp Lys Val Leu Tyr Gln Leu Gly Tyr Val Asp Lys		
485	490	495
Val Thr Lys Val Leu Glu Glu Leu Lys Ile Ser Tyr Lys Val Phe Thr		
500	505	510
Asp Val Glu Pro Asp Pro Thr Leu Ala Thr Ala Lys Lys Gly Ala Ala		
515	520	525
Glu Leu Leu Ser Tyr Glu Pro Asp Thr Ile Ile Ser Val Gly Gly Gly		
530	535	540
Ser Ala Met Asp Ala Ala Lys Ile Met Trp Val Met Tyr Glu His Pro		
545	550	555
Glu Val Lys Phe Glu Asp Leu Ala Met Arg Phe Met Asp Ile Arg Lys		
565	570	575
Arg Val Tyr Val Phe Pro Lys Met Gly Glu Lys Ala Met Met Ile Ser		
580	585	590
Val Ala Thr Ser Ala Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Pro Phe Ala Val		
595	600	605

Ile Thr Asp Glu Lys Thr Gly Ala Lys Tyr Pro Leu Ala Asp Tyr Glu
610 615 620

Leu Thr Pro Asn Met Ala Ile Val Asp Ala Glu Leu Met Met Gly Met
625 630 635 640

Pro Arg Gly Leu Thr Ala Ala Ser Gly Ile Asp Ala Leu Thr His Ala
645 650 655

Leu Glu Ala Tyr Val Ser Ile Met Ala Thr Glu Phe Thr Asn Gly Leu
660 665 670

Ala Leu Glu Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Tyr Leu Pro Lys Ala Tyr
675 680 685

Thr Glu Gly Thr Thr Asn Val Lys Ala Arg Glu Lys Met Ala His Ala
690 695 700

Ser Cys Ile Ala Gly Met Ala Phe Ala Asn Ala Phe Leu Gly Val Cys
705 710 715 720

His Ser Met Ala His Lys Leu Gly Ala Gln His His Ile Pro His Gly
725 730 735

Ile Ala Asn Ala Leu Met Ile Asp Glu Val Ile Lys Phe Asn Ala Val
740 745 750

Asp Asp Pro Ile Lys Gln Ala Ala Phe Pro Gln Tyr Glu Tyr Pro Asn
755 760 765

Ala Lys Tyr Arg Tyr Ala Gln Ile Ala Asp Cys Leu Asn Leu Gly Gly
770 775 780

Asn Thr Glu Asp Glu Lys Val Gln Leu Leu Ile Asn Ala Ile Asp Asp
785 790 795 800

Leu Lys Ala Lys Leu Asn Ile Pro Glu Thr Ile Lys Glu Ala Gly Val
805 810 815

Ser Glu Glu Lys Phe Tyr Thr Thr Leu Asp Lys Met Ser Glu Leu Ala
820 825 830

Phe Asp Asp Gln Cys Thr Gly Ala Asn Pro Arg Tyr Pro Leu Ile Ser
835 840 845

Glu Ile Lys Gln Met Tyr Ile Asn Val Phe Asp Lys Thr Glu Pro Ile

850	855	860	
Val Glu Asp Glu Glu Lys			
865	870		
<210> 97			
<211> 1569			
<212> DNA			
<213> C. ragsdalei			
<400> 97			
atggagggaa cacaattgga aaattttgat aaagacttac gctctataca agaagcaaga		60	
gatcttgcac gtttaggaaa aattgcagca tgtgaaattg ctgattatac tgaagaacaa		120	
attgataaaa tcctatgtaa tatggttagg gtagcagagg aaaatgcagt ttgccttgg		180	
aaaatggctg cagaagaaac tggttttgga aaagctgaag ataaggctta taagaacat		240	
atggctgcta ctacagtata taattatatc aaggatatga agactattgg tgttataaaa		300	
gaagataaaa gtcaagggtg aattgaattt gctgaaccag ttggtttatt aatgggtatt		360	
gtaccatcta caaatccaac atctactgtt atctataaat caatcattgc aattaaatca		420	
agaaatgcaa ttgtattctc accacacca gctgcattaa aatgttcaac aaaagcaata		480	
gaacttatgc gtgatgcagc agtagcagca ggagctcctg caaatgtaat tggcggtatt		540	
gttacacat ctatacaagc tacaatgaa cttatgaaag ctaaagaagt tgctatgata		600	
attgccactg gaggcctgg aatggtaaag gctgcttata gttcaggaac acctgcaata		660	
ggcgttgggt ctggttaactc tccatcttat atagaaagaa ctgctgatgt tcatcaatca		720	
gttaaagata taattgctag taagagtttt gactatggta ctatttgtgc atctgagcaa		780	
tcaataattg ttgaagaatg caacctgat gaagtaatag ctgagttgaa gaaacaaggc		840	
ggatatattca tgacagctga agaaactgca aaagtttgca gtatactttt taagcctgg		900	
acacacagta tgagtgctaa gttttagga agagctcctc aggttatagc agcagctgca		960	
ggttttctcag ttccagaagg aacaaaagt ttagtaggag aacaaggcgg agtttgtaat		1020	
ggttacctc tatcttatga gaaacttaca acagtacttg ctttctatac agttaagat		1080	
tggcatgaag catgtgatct tagtataaga ttacttcaaa atggtcttgg acatactatg		1140	
aacattcata caaatgacag agacttagta atgaagtttg ctaaaaaacc agcatcccgt		1200	
atattagtta atactgggtg aagccaagga ggtactggtg caagcacagg attagcacct		1260	
gcatttcat taggttgtgg tacatgggga ggaagctctg tttccgaaaa tgttactcca		1320	
ttacatttaa tcaatataaa gagagttgca tatggtctta aagattgttc tacattagct		1380	

gcagatgata caactttcaa tcacccctgaa ctttgtggaa gcaaaaatga cttaggatgc 1440
 tgtgtctacaa gccctgcaga atttgcagca aatagcaatt gtgctagcac tgctgcggat 1500
 actactgata atgataaact tgctagactc gtaagtgaat tagtagctgc aatgaaggga 1560
 gctaactaa 1569

<210> 98

<211> 522

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 98

Met Glu Gly Thr Gln Leu Glu Asn Phe Asp Lys Asp Leu Arg Ser Ile

1 5 10 15

Gln Glu Ala Arg Asp Leu Ala Arg Leu Gly Lys Ile Ala Ala Cys Glu

20 25 30

Ile Ala Asp Tyr Thr Glu Glu Gln Ile Asp Lys Ile Leu Cys Asn Met

35 40 45

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

50 55 60

Glu Glu Thr Gly Phe Gly Lys Ala Glu Asp Lys Ala Tyr Lys Asn His

65 70 75 80

Met Ala Ala Thr Thr Val Tyr Asn Tyr Ile Lys Asp Met Lys Thr Ile

85 90 95

Gly Val Ile Lys Glu Asp Lys Ser Gln Gly Val Ile Glu Phe Ala Glu

100 105 110

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

115 120 125

Thr Val Ile Tyr Lys Ser Ile Ile Ala Ile Lys Ser Arg Asn Ala Ile

130 135 140

Val Phe Ser Pro His Pro Ala Ala Leu Lys Cys Ser Thr Lys Ala Ile

145 150 155 160

Glu Leu Met Arg Asp Ala Ala Val Ala Ala Gly Ala Pro Ala Asn Val

165 170 175

Ile Gly Gly Ile Val Thr Pro Ser Ile Gln Ala Thr Asn Glu Leu Met

180	185	190	
Lys Ala Lys Glu Val Ala Met Ile Ile Ala Thr Gly Gly Pro Gly Met			
195	200	205	
Val Lys Ala Ala Tyr Ser Ser Gly Thr Pro Ala Ile Gly Val Gly Ala			
210	215	220	
Gly Asn Ser Pro Ser Tyr Ile Glu Arg Thr Ala Asp Val His Gln Ser			
225	230	235	240
Val Lys Asp Ile Ile Ala Ser Lys Ser Phe Asp Tyr Gly Thr Ile Cys			
245	250	255	
Ala Ser Glu Gln Ser Ile Ile Val Glu Glu Cys Asn His Asp Glu Val			
260	265	270	
Ile Ala Glu Leu Lys Lys Gln Gly Gly Tyr Phe Met Thr Ala Glu Glu			
275	280	285	
Thr Ala Lys Val Cys Ser Ile Leu Phe Lys Pro Gly Thr His Ser Met			
290	295	300	
Ser Ala Lys Phe Val Gly Arg Ala Pro Gln Val Ile Ala Ala Ala Ala			
305	310	315	320
Gly Phe Ser Val Pro Glu Gly Thr Lys Val Leu Val Gly Glu Gln Gly			
325	330	335	
Gly Val Gly Asn Gly Tyr Pro Leu Ser Tyr Glu Lys Leu Thr Thr Val			
340	345	350	
Leu Ala Phe Tyr Thr Val Lys Asp Trp His Glu Ala Cys Asp Leu Ser			
355	360	365	
Ile Arg Leu Leu Gln Asn Gly Leu Gly His Thr Met Asn Ile His Thr			
370	375	380	
Asn Asp Arg Asp Leu Val Met Lys Phe Ala Lys Lys Pro Ala Ser Arg			
385	390	395	400
Ile Leu Val Asn Thr Gly Gly Ser Gln Gly Gly Thr Gly Ala Ser Thr			
405	410	415	
Gly Leu Ala Pro Ala Phe Thr Leu Gly Cys Gly Thr Trp Gly Gly Ser			
420	425	430	

Ser Val Ser Glu Asn Val Thr Pro Leu His Leu Ile Asn Ile Lys Arg
 435 440 445
 Val Ala Tyr Gly Leu Lys Asp Cys Ser Thr Leu Ala Ala Asp Asp Thr
 450 455 460

Thr Phe Asn His Pro Glu Leu Cys Gly Ser Lys Asn Asp Leu Gly Cys
 465 470 475 480
 Cys Ala Thr Ser Pro Ala Glu Phe Ala Ala Asn Ser Asn Cys Ala Ser
 485 490 495
 Thr Ala Ala Asp Thr Thr Asp Asn Asp Lys Leu Ala Arg Leu Val Ser
 500 505 510
 Glu Leu Val Ala Ala Met Lys Gly Ala Asn
 515 520

<210> 99

<211> 1446

<212>

> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 99

gtggaaaatg ctgcacgagc acaaaaaatg ttagcaactt ttccgcaaga aaagttagat	60
gagattgttg aacgtatggc tgaagaaatc ggaaaacata cccgagagct tgctgtaatg	120
tcacaggatg aaactgggta tggaaaatgg caggataaat gcatcaaaaa ccgatttgcc	180
tgtgaatatt tgccagctaa gcttagagga atgcgatgtg taggtattat taacgaaaat	240
ggtcaggata agaccatgga tgtaggtgta cctatgggtg taattattgc attatgtcct	300
gcaactagtc cggtttctac taccatatat aaggcattaa ttgcaattaa gtctggtaat	360
gcaattatct tttctccaca tcttagagca aaggagacaa tttgtaaggc gcttgacatc	420
atgattcgtg cagctgaagg atatgggctg ccagaaggag ctcttgcata cttacatact	480
gtgacgccta gtggaacaat cgaattgatg aaccatgagg cgacttcttt gattatgaat	540
acaggcgctc ccgggatgct taaagcgtca tatagatctg gaaaacctgt gatctatgga	600
ggaactggta atggaccagc atttattgaa cgtacagctg acatcaagca ggccgtaaga	660
gatattattg ctagtaagac ctttgataac ggaatagtag catcatctga acaatctatt	720
gtttagata gctgtgttgc atctgatgtt aaacgtgagt tgcaaaatag tgggtgcatat	780
ttcatgacag aggaggaagc acaaaaactg ggttctctct tttccgttc tgatggtagt	840

atggattcag aaatggttgg caaatccgca cagagattgg ctaagaaagc aggtttcagt 900
attcctgaaa gtagcacagt gctaatttca gacagaaat atgtttccca agataatcct 960
tattccaagg agaaactttg tccggtacta gcttactaca ttgaagatga ttggatgcat 1020
gcatgtgaaa agtgtattga gctgctattt agtgagagac atggtcacac tcttgttata 1080
cattcaaaag acgaagatgt aattcgccag ttgcatataa aaaaacctgt aggcaggata 1140
cttgttaata cgctgcttc ctttggtagt atgggtgcta caagtaattt atttctgct 1200

ttaactttag gtagtggatc ggcaggtaaa ggtattacct ccgataatgt ttcaccaatg 1260
aatcttattt acgtccgtaa agtcggatat ggcgtacgga atgtagaaga gattattaat 1320
actaatggat tgittacaga agaaaaaagt gatttgagtg gtatgacaaa gcagtcagac 1380
tataatccag aggatatata aatgttgcag catattttga aaaaagctat ggaaaaaatt 1440
aaatag 1446

<210> 100

<211> 481

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 100

Val Glu Asn Ala Ala Arg Ala Gln Lys Met Leu Ala Thr Phe Pro Gln

1 5 10 15
Glu Lys Leu Asp Glu Ile Val Glu Arg Met Ala Glu Glu Ile Gly Lys

20 25 30
His Thr Arg Glu Leu Ala Val Met Ser Gln Asp Glu Thr Gly Tyr Gly

35 40 45
Lys Trp Gln Asp Lys Cys Ile Lys Asn Arg Phe Ala Cys Glu Tyr Leu

50 55 60
Pro Ala Lys Leu Arg Gly Met Arg Cys Val Gly Ile Ile Asn Glu Asn

65 70 75 80
Gly Gln Asp Lys Thr Met Asp Val Gly Val Pro Met Gly Val Ile Ile

85 90 95
Ala Leu Cys Pro Ala Thr Ser Pro Val Ser Thr Thr Ile Tyr Lys Ala

100 105 110
Leu Ile Ala Ile Lys Ser Gly Asn Ala Ile Ile Phe Ser Pro His Pro

115 120 125

Arg Ala Lys Glu Thr Ile Cys Lys Ala Leu Asp Ile Met Ile Arg Ala

130 135 140

Ala Glu Gly Tyr Gly Leu Pro Glu Gly Ala Leu Ala Tyr Leu His Thr

145 150 155 160

Val Thr Pro Ser Gly Thr Ile Glu Leu Met Asn His Glu Ala Thr Ser

165 170 175

Leu Ile Met Asn Thr Gly Val Pro Gly Met Leu Lys Ala Ser Tyr Arg

180 185 190

Ser Gly Lys Pro Val Ile Tyr Gly Gly Thr Gly Asn Gly Pro Ala Phe

195 200 205

Ile Glu Arg Thr Ala Asp Ile Lys Gln Ala Val Arg Asp Ile Ile Ala

210 215 220

Ser Lys Thr Phe Asp Asn Gly Ile Val Pro Ser Ser Glu Gln Ser Ile

225 230 235 240

Val Val Asp Ser Cys Val Ala Ser Asp Val Lys Arg Glu Leu Gln Asn

245 250 255

Ser Gly Ala Tyr Phe Met Thr Glu Glu Glu Ala Gln Lys Leu Gly Ser

260 265 270

Leu Phe Phe Arg Ser Asp Gly Ser Met Asp Ser Glu Met Val Gly Lys

275 280 285

Ser Ala Gln Arg Leu Ala Lys Lys Ala Gly Phe Ser Ile Pro Glu Ser

290 295 300

Ser Thr Val Leu Ile Ser Glu Gln Lys Tyr Val Ser Gln Asp Asn Pro

305 310 315 320

Tyr Ser Lys Glu Lys Leu Cys Pro Val Leu Ala Tyr Tyr Ile Glu Asp

325 330 335

Asp Trp Met His Ala Cys Glu Lys Cys Ile Glu Leu Leu Leu Ser Glu

340 345 350

Arg His Gly His Thr Leu Val Ile His Ser Lys Asp Glu Asp Val Ile

355 360 365

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

370	375	380	
Pro Ala Ser Phe Gly Ser Met Gly Ala Thr Ser Asn Leu Phe Pro Ala			
385	390	395	400
Leu Thr Leu Gly Ser Gly Ser Ala Gly Lys Gly Ile Thr Ser Asp Asn			
	405	410	415
Val Ser Pro Met Asn Leu Ile Tyr Val Arg Lys Val Gly Tyr Gly Val			
	420	425	430
Arg Asn Val Glu Glu Ile Ile Asn Thr Asn Gly Leu Phe Thr Glu Glu			
	435	440	445
Lys Ser Asp Leu Ser Gly Met Thr Lys Gln Ser Asp Tyr Asn Pro Glu			
450	455	460	
Asp Ile Gln Met Leu Gln His Ile Leu Lys Lys Ala Met Glu Lys Ile			
465	470	475	480
Lys			
<210>	101		
<211>	1167		
<212>	DNA		
<213>	Clostridium ragsdalei		
<400>	101		
atggcaagat ttactttacc aagagacatt tattttggag aaaattcatt agagaccttg		60	
aaaaacctag atggaaaaaa agctgtcatt gtcgtaggtg gaggatccat gaaaagattt		120	
ggattccttg ataaggtagt agactactta aaagaagcag gtattgaatc aaaattaata		180	
gaaggcgttg agccagatcc atccgtagaa actggtatga atggtgctaa actaatgagg		240	
gaatatgggc cagatttaat aatatcaata ggtggagggt caccaattga tgcagcaaaa		300	
gctatgtgga tattctatga ataccctgag ttactttta aagaagctgt agttcctttt		360	
ggtcttctta aattaagaca aaaagcaaca ttatagcta tcccttctac aagtgttact		420	
gcaacggaag taactgcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat taaatcct		480	
ttggctgact tcaatttaac accagatata gctataattg atccagtatt agtcaaaca		540	
atgccgccta aattaactgc acatactgga atggatgcac ttactcacgc tattgaagca		600	
tatgttgcag gacttcattc agttttctcg gaccacttg ctattcaagc tatagtcatg		660	

gtaaatcaat atttaattaa atcttacaat gaagataaag aagctaggga tcaaagcat 720
 ttagctcaat gtttagctgg aatggcattt tcaaagcac ttcttggaat aactcacagt 780
 ttagcacata aaacaggtgc agtattccat atccctcatg gatgtgctaa tgcaatatat 840
 cticcttatg ttatagattt caataaaaaa gcttgtgcac caagatatgc tgatatagct 900
 aggagtctta aacttcagg aaatactgat gatgaattag tagattcatt aactaatatg 960
 attaaagata tgaacaagag tatggatatt cctttgacat taaaagatta tggagtagat 1020

gaaaaagaat ttaaagatag tgaagatttt atagctcata atgccgtatt agatgcctgt 1080
 actggatcaa atcctagaag cataaatgat gctgaaatga aaaagttgtt agaatacatc 1140
 tattatggta aaaaggttga tttttaa 1167

<210> 102

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 102

Met Ala Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ser

1 5 10 15

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

20 25 30

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

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Ala Gly Ile Glu Ser Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu

50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Glu Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Leu Met Arg

65 70 75 80

Glu Tyr Gly Pro Asp Leu Ile Ile Ser Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile

85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Ile Phe Tyr Glu Tyr Pro Glu Phe Thr

100 105 110

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

115 120 125

Ala Thr Phe Ile Ala Ile Pro Ser Thr Ser Gly Thr Ala Thr Glu Val

130 135 140

Thr Ala Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro

145 150 155 160

Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Ile Asp Pro Val

165 170 175

Leu Ala Gln Thr Met Pro Pro Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp

180 185 190

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

195 200 205

Phe Ser Asp Pro Leu Ala Ile Gln Ala Ile Val Met Val Asn Gln Tyr

210 215 220

Leu Ile Lys Ser Tyr Asn Glu Asp Lys Glu Ala Arg Asp Gln Met His

225 230 235 240

Leu Ala Gln Cys Leu Ala Gly Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly

245 250 255

Ile Thr His Ser Leu Ala His Lys Thr Gly Ala Val Phe His Ile Pro

260 265 270

His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn

275 280 285

Lys Lys Ala Cys Ala Pro Arg Tyr Ala Asp Ile Ala Arg Ser Leu Lys

290 295 300

Leu Pro Gly Asn Thr Asp Asp Glu Leu Val Asp Ser Leu Thr Asn Met

305 310 315 320

Ile Lys Asp Met Asn Lys Ser Met Asp Ile Pro Leu Thr Leu Lys Asp

325 330 335

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

340 345 350

His Asn Ala Val Leu Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ser Ile

355 360 365

Asn Asp Ala Glu Met Lys Lys Leu Leu Glu Tyr Ile Tyr Tyr Gly Lys

370 375 380

Lys Val Asp Phe

385

<210> 103

<211> 1167

<212> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 103

atgggaagat ttactttgcc tagggatatt tactttgggtg aaaatgcctt agaaaattta 60

aaaaatttag atggaaataa agcagtagtt gttgtaggtg gaggatctat gaagagattt 120

gggttcttag ccaaagttga agaatactta aaagaagcag gtatggaagt taaattaata 180

gaaggtgttg agcctgatcc atctgttgat actgttatga atggtgctaa aataatgaga 240

gactttaatc cagactggat agtatcaata ggtggaggat ctcccatcga tgctgcaaaa 300

gcaatgtgga tattttatga ataccctgac ttacatttg aaaaagcggg agtccctttt 360

gggattccta aattaaggca aaaggcaciaa ttgttgcta taccttctac aagtgaaca 420

gcaactgaag taacatcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat aaaatatcct 480

cttgcagatt ttaaccttac ccctgataata gctataatag atccgtctct tgcagaaaca 540

atgcctaaaa agcttacagc acacactgga atggatgcac ttactcacgc aatagaagca 600

tatgtggcaa gtttacatc agatttctca gatccacttg ctatgcatgc tataaccatg 660

attcataaat atttattgaa atcctatgaa gaagataaag aagctagggg ccatatgcac 720

atagcccaat gtctagctgg aatggcattt tcaaatgcac tccttgaat aactcatagt 780

atagcacata aaactggcgc agtatccac atacctcatg ggtgtgctaa tgccatatac 840

ttaccttatg ttatagattt taacaagaaa gcttgttcag aaagatatgc taaaatagct 900

aaaaagcttc atctatcagg gaatagtga gatgaattaa tagattcatt aacagaaatg 960

atttgtacta tgaataaaaa gatggatatt cctcttacta taaaagatta tggataaagc 1020

gaaaacgatt ttaatgaaaa cctagatttt atagctcaca atgctatgat ggatgcttgc 1080

actggatcta atcctagagc aataactgag gaagaaatga aaaagctctt gcagtatatg 1140

tataatgggc aaaaggttaa tttctag 1167

<210> 104

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 104

Met Gly Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ala

1 5 10 15

Leu Glu Asn Leu Lys Asn Leu Asp Gly Asn Lys Ala Val Val Val Val

20 25 30

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Ala Lys Val Glu Glu

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Ala Gly Met Glu Val Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu

50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Asp Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Ile Met Arg

65 70 75 80

Asp Phe Asn Pro Asp Trp Ile Val Ser Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile

85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Ile Phe Tyr Glu Tyr Pro Asp Phe Thr

100 105 110

Phe Glu Lys Ala Val Val Pro Phe Gly Ile Pro Lys Leu Arg Gln Lys

115 120 125

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

130 135 140

Thr Ser Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro

145 150 155 160

Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Ile Asp Pro Ser

165 170 175

Leu Ala Glu Thr Met Pro Lys Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp

180 185 190

Ala Leu Thr His Ala Ile Glu Ala Tyr Val Ala Ser Leu His Ser Asp

195 200 205

Phe Ser Asp Pro Leu Ala Met His Ala Ile Thr Met Ile His Lys Tyr

210 215 220

Leu Leu Lys Ser Tyr Glu Glu Asp Lys Glu Ala Arg Gly His Met His

225 230 235 240

Ile Ala Gln Cys Leu Ala Gly Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly

245	250	255	
Ile Thr His Ser Ile Ala His Lys Thr Gly Ala Val Phe His Ile Pro			
260	265	270	
His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn			
275	280	285	
Lys Lys Ala Cys Ser Glu Arg Tyr Ala Lys Ile Ala Lys Lys Leu His			
290	295	300	
Leu Ser Gly Asn Ser Glu Asp Glu Leu Ile Asp Ser Leu Thr Glu Met			
305	310	315	320
Ile Cys Thr Met Asn Lys Lys Met Asp Ile Pro Leu Thr Ile Lys Asp			
325	330	335	
Tyr Gly Ile Ser Glu Asn Asp Phe Asn Glu Asn Leu Asp Phe Ile Ala			
340	345	350	
His Asn Ala Met Met Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ala Ile			
355	360	365	
Thr Glu Glu Glu Met Lys Lys Leu Leu Gln Tyr Met Tyr Asn Gly Gln			
370	375	380	
Lys Val Asn Phe			
385			
<210> 105			
<211> 1359			
<212> DNA			
<213> Clostridium ragsdalei			
<400> 105			
atgatttttaa aaactaaact ttttgggcaa acttatgaat ttaaaaatat gaaggaagta	60		
ttggcaaaag ctaatgaaga aaaatcggga gatgcttttag ctggaatcat agcaaaaagt	120		
acagcggaga gaggttgcagc aaaggttggt ttgtctgaaa taactcttga ggaattaagg	180		
aataatcctg tagttcctta tgaggaggat gaagtaacaa gagtaataca agatatgatt	240		
gataaagaag cctataataa aatcaaagct atgacagttg gcgaatttag agaatttata	300		
ttaaaatcag aagaagccga tataaaagaa ataagagatg gattaacttc tgagatgata	360		
gcagggtgtaa ctaagcttat gagtaatatg gacttagtat atgcttctaa aaaaataaga	420		

aatattgcta ctigcaatac tactatttgt gaaaaggga cagtctcttc aagacttcag 480
cctaatacatg cagcagatag tatagatgga attatggctt ctgtaatgga agggataagc 540
tatggatatag gtgatgctgt aataggttta aacctgttag tagataccat agataatata 600
tcagagattt tgaaaaattt taagcagttc atgataaaat gggatatacc tacacaaaat 660
tgtgtacttg ctcatataac aacgcaaatg gaggccttta agaaaggagt tcctatggat 720
ctgatgttcc agagtatagc tggttcacia aatccaata aagcctttgg aataagtgtg 780

aagccttatgg atgaagctta tgaacttatg aaggaaaaaa agagctccaa aggtcctaata 840
tttatgtatt ttgaaacagg ccagggttct gagcctttct cagaaggcca taatggagca 900
gatcagctta caatggaagc aagatgttat ggtcttgcaa aaaaatataa tccattcctt 960
gtaaactctg tgggtgggatt cataggacca gaatatctat atgatggaaa acaaattata 1020
agagcaggct tagaagatca ttttatgggt aagttaacag gacttcctat ggggtgttgat 1080
gtatgttata caaacatat gaaagcagat caaatgatt tggaaaaatt agcattactc 1140
cttcgacgag ctgactgtac ttattttatg ggtatactg gaggagatga cgtaatgctt 1200

atgtatcaaa ctaccagcta tcatgatgta gcttctatca gggacattat gcgtaaaaat 1260
cctataaaag aatttgaaga aagaatggaa gctctaggaa taatgaaaaa tggaaggctc 1320
acagaaatag ctggtgatcc atctatattt atgatttag 1359

<210> 106

<211> 452

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 106

Met Ile Leu Lys Thr Lys Leu Phe Gly Gln Thr Tyr Glu Phe Lys Asn

1 5 10 15

Met Lys Glu Val Leu Ala Lys Ala Asn Glu Glu Lys Ser Gly Asp Ala

20 25 30

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

35 40 45

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

50 55 60

Val Pro Tyr Glu Glu Asp Glu Val Thr Arg Val Ile Gln Asp Met Ile

65 70 75 80

Asp Lys Glu Ala Tyr Asn Lys Ile Lys Ala Met Thr Val Gly Glu Phe

85 90 95

Arg Glu Phe Ile Leu Lys Ser Glu Glu Ala Asp Ile Lys Glu Ile Arg

100 105 110

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

115 120 125

Asn Met Asp Leu Val Tyr Ala Ser Lys Lys Ile Arg Asn Ile Ala Thr

130 135 140

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

145 150 155 160

Pro Asn His Ala Ala Asp Ser Ile Asp Gly Ile Met Ala Ser Val Met

165 170 175

Glu Gly Ile Ser Tyr Gly Ile Gly Asp Ala Val Ile Gly Leu Asn Pro

180 185 190

Val Val Asp Thr Ile Asp Asn Ile Ser Glu Ile Leu Lys Asn Phe Lys

195 200 205

Gln Phe Met Ile Lys Trp Asp Ile Pro Thr Gln Asn Cys Val Leu Ala

210 215 220

His Ile Thr Thr Gln Met Glu Ala Leu Lys Lys Gly Val Pro Met Asp

225 230 235 240

Leu Met Phe Gln Ser Ile Ala Gly Ser Gln Lys Ser Asn Lys Gly Phe

245 250 255

Gly Ile Ser Val Lys Leu Met Asp Glu Ala Tyr Glu Leu Met Lys Glu

260 265 270

Lys Lys Ser Ser Lys Gly Pro Asn Phe Met Tyr Phe Glu Thr Gly Gln

275 280 285

Gly Ser Glu Leu Ser Ser Glu Gly His Asn Gly Ala Asp Gln Leu Thr

290 295 300

Met Glu Ala Arg Cys Tyr Gly Leu Ala Lys Lys Tyr Asn Pro Phe Leu

305 310 315 320

Val Asn Ser Val Val Gly Phe Ile Gly Pro Glu Tyr Leu Tyr Asp Gly

325	330	335	
Lys Gln Ile Ile Arg Ala Gly Leu Glu Asp His Phe Met Gly Lys Leu			
340	345	350	
Thr Gly Leu Pro Met Gly Val Asp Val Cys Tyr Thr Asn His Met Lys			
355	360	365	
Ala Asp Gln Asn Asp Leu Glu Asn Leu Ala Leu Leu Leu Ala Ala Ala			
370	375	380	
Asp Cys Thr Tyr Phe Met Gly Ile Pro Gly Gly Asp Asp Val Met Leu			
385	390	395	400
Met Tyr Gln Thr Thr Ser Tyr His Asp Val Ala Ser Ile Arg Asp Ile			
405	410	415	
Met Arg Lys Asn Pro Ile Lys Glu Phe Glu Glu Arg Met Glu Ala Leu			
420	425	430	
Gly Ile Met Lys Asn Gly Arg Leu Thr Glu Ile Ala Gly Asp Pro Ser			
435	440	445	
Ile Phe Met Ile			
450			
<210>	107		
<211>	1176		
<212>	DNA		
<213>	Clostridium ragsdalei		
<400>	107		
atggaaaact ttatttttaaa aaatgctaca gaaattatit ttggttaagga taccgaagat	60		
cttgtaggaa gtaaagtaaa ggagtattca aagtcagata aaatactctt ttgctatggg	120		
ggaggaagta taaagagatc gggcctctat gatagagtta taaagtcctt aaaagaaaat	180		
ggaattgaat ttatagaact tccaggaatt aaacctaata caagattagg acctgttaaa	240		
gaaggtataa gactatgtag agaaaaataat ataaaaattg tactatctgt aggaggagga	300		
agttcagcag atacagctaa agctattgct gtaggagtac cttataaagg agatgtatgg	360		
gatttttata cgggcaaagc tgaagtaaaa gaggcctctc ctgtaggagt tgtaataaca	420		
ttacctgcta caggtacaga atctagtaat agttctgtta ttatgaatga agatggttgg	480		
tttaaaaaag gattaaatac ggtacttata agacctgctt tttcaattat gaatcctgaa	540		

cttactttta cactaccaga atatcaaact gcttgtggtg cttgtgacat tatggcacat 600
 ataatggaaa gatattttac aaatgtgaaa catgtagatt taactgatag gctttgcgaa 660
 gctgcactta gaaatgttat aaataatgcc ccaatagttt taaaagatcc taaaaattat 720
 gatgctaggg cagaaattat gtggactggg actatagctc ataatgatgt gcttagtaca 780
 ggtagaatag gtgattgggc ttctcacaaa attgaacatg aattaagtgg ggaaacagat 840
 attgcccattg gagcaggact tgcaattgta ttctctgcat ggatgaaata tgtatataaa 900

catgatataca atagatttgt acaatttgca gtaagggtat gggatgtaga ttatcttat 960
 agttcctgtg aagatattgt acttgaaggc ataaggagaa tgacagcatt tttcaagagc 1020
 atggggttac ctataacttt aaaagaagga agtataggag aagataaaat tgaagaaatg 1080
 gctaataagt gcacggataa tggaacaaaa actgtaggac aatttgtaaa actaaataaa 1140
 gatgatattg taaaaatatt aaatttagct agataa 1176

<210> 108

<211> 391

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 108

Met Glu Asn Phe Ile Phe Lys Asn Ala Thr Glu Ile Ile Phe Gly Lys

1 5 10 15
 Asp Thr Glu Asp Leu Val Gly Ser Lys Val Lys Glu Tyr Ser Lys Ser
 20 25 30
 Asp Lys Ile Leu Phe Cys Tyr Gly Gly Gly Ser Ile Lys Arg Ser Gly
 35 40 45
 Leu Tyr Asp Arg Val Ile Lys Ser Leu Lys Glu Asn Gly Ile Glu Phe
 50 55 60
 Ile Glu Leu Pro Gly Ile Lys Pro Asn Pro Arg Leu Gly Pro Val Lys

65 70 75 80
 Glu Gly Ile Arg Leu Cys Arg Glu Asn Asn Ile Lys Phe Val Leu Ser
 85 90 95
 Val Gly Gly Gly Ser Ser Ala Asp Thr Ala Lys Ala Ile Ala Val Gly
 100 105 110
 Val Pro Tyr Lys Gly Asp Val Trp Asp Phe Tyr Thr Gly Lys Ala Glu
 115 120 125

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

130

135

140

Gly Thr Glu Ser Ser Asn Ser Ser Val Ile Met Asn Glu Asp Gly Trp

145

150

155

160

Phe Lys Lys Gly Leu Asn Thr Val Leu Ile Arg Pro Ala Phe Ser Ile

165

170

175

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

180

185

190

Gly Ala Cys Asp Ile Met Ala His Ile Met Glu Arg Tyr Phe Thr Asn

195

200

205

Val Lys His Val Asp Leu Thr Asp Arg Leu Cys Glu Ala Ala Leu Arg

210

215

220

Asn Val Ile Asn Asn Ala Pro Ile Val Leu Lys Asp Pro Lys Asn Tyr

225

230

235

240

Asp Ala Arg Ala Glu Ile Met Trp Thr Gly Thr Ile Ala His Asn Asp

245

250

255

Val Leu Ser Thr Gly Arg Ile Gly Asp Trp Ala Ser His Lys Ile Glu

260

265

270

His Glu Leu Ser Gly Glu Thr Asp Ile Ala His Gly Ala Gly Leu Ala

275

280

285

Ile Val Phe Pro Ala Trp Met Lys Tyr Val Tyr Lys His Asp Ile Asn

290

295

300

Arg Phe Val Gln Phe Ala Val Arg Val Trp Asp Val Asp Leu Ser Tyr

305

310

315

320

Ser Ser Cys Glu Asp Ile Val Leu Glu Gly Ile Arg Arg Met Thr Ala

325

330

335

Phe Phe Lys Ser Met Gly Leu Pro Ile Thr Leu Lys Glu Gly Ser Ile

340

345

350

Gly Glu Asp Lys Ile Glu Glu Met Ala Asn Lys Cys Thr Asp Asn Gly

355

360

365

Thr Lys Thr Val Gly Gln Phe Val Lys Leu Asn Lys Asp Asp Ile Val

370	375	380
Lys Ile Leu Asn Leu Ala Arg		
385	390	
<210> 109		
<211> 1149		
<212> DNA		
<213> Clostridium ragsdalei		
<400> 109		
atggaagaca agtttgaaaa ttttaatttg aaatccaaga tttattttaa tagggaatcc	60	
atacaacttt tagagcaggt tactggctct cgagcattta ttgttcgaga tgccattatg	120	
ggaaaacttg gatattctca aaaagtaata gattccctaa gtaaagccgg aataagttcc	180	
gttgttttta cgggagtaca ccctgatcca gatgtcaatg taattgcaga tgcaatgaaa	240	
ttgtacaaca aaagcgatgc agatgttctc gtgactag gtggaggctc cagcattgat	300	
accgccaag gaataatgta ttttgcattg aatttaggaa aagcaatggg ccaggaaatg	360	
aaaaagcccc tgtttatgc aattccatca acaagtggaa caggctctga agtaacaaac	420	
tttactgtta ttacttctca gaaagaaaag gtatgcattg tagatgattt tattgcacca	480	
gacgttgcaa tacttgactc tagttgtatt gatggctcgc ctcaacgtat ttagcagat	540	
actggtatag atgttctagt tcattctatt gaagcctatg tttccaaaa agcaactgac	600	
tttacagacg ctcttgctga aaaagcagtt aaattgattt ttgagaatct tccaaaaatt	660	
tataacgata gtaaagattc tgaagctcga gatcatgttc aaaacgcttc ttgtatagca	720	
ggaatagcat ttacaaatgc tggctttgga attaatcaca gcttggctca tgctatgggt	780	
ggatcttttc acattcctca cggccgatcc aatgcacttt tacttaatgc agtaatggaa	840	
tacaatgcta gcttagtggg aaatgcaaac gatcatgcta tggaaaaata cgcaaaacta	900	
gcatcagttc tacaccttc agctcgaaca actcgtgaag gcgctgtaag ttttatcgaa	960	
gctgtaaata aattaataaa atccctaggt gttgaagata atattcgagc tcttgggaatt	1020	
aaagaagacg attttcaagg tgctctaaat catatggcag aaacagcaat gcaagataga	1080	
tgactccaa ctaatcctag aaaaccttct aaagaagaac tgatacatat ttatcaaaaa	1140	
tgctattaa	1149	
<210> 110		
<211> 382		
<212> PRT		

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 110

Met Glu Asp Lys Phe Glu Asn Phe Asn Leu Lys Ser Lys Ile Tyr Phe

1 5 10 15

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

20 25 30

Phe Ile Val Ala Asp Ala Ile Met Gly Lys Leu Gly Tyr Leu Gln Lys

35 40 45

Val Ile Asp Ser Leu Ser Lys Ala Gly Ile Ser Ser Val Val Phe Thr

50 55 60

Gly Val His Pro Asp Pro Asp Val Asn Val Ile Ala Asp Ala Met Lys

65 70 75 80

Leu Tyr Asn Lys Ser Asp Ala Asp Val Leu Val Ala Leu Gly Gly Gly

85 90 95

Ser Ser Ile Asp Thr Ala Lys Gly Ile Met Tyr Phe Ala Cys Asn Leu

100 105 110

Gly Lys Ala Met Gly Gln Glu Met Lys Lys Pro Leu Phe Ile Ala Ile

115 120 125

Pro Ser Thr Ser Gly Thr Gly Ser Glu Val Thr Asn Phe Thr Val Ile

130 135 140

Thr Ser Gln Lys Glu Lys Val Cys Ile Val Asp Asp Phe Ile Ala Pro

145 150 155 160

Asp Val Ala Ile Leu Asp Ser Ser Cys Ile Asp Gly Leu Pro Gln Arg

165 170 175

Ile Val Ala Asp Thr Gly Ile Asp Val Leu Val His Ser Ile Glu Ala

180 185 190

Tyr Val Ser Lys Lys Ala Thr Asp Phe Thr Asp Ala Leu Ala Glu Lys

195 200 205

Ala Val Lys Leu Ile Phe Glu Asn Leu Pro Lys Ile Tyr Asn Asp Ser

210 215 220

Lys Asp Ser Glu Ala Arg Asp His Val Gln Asn Ala Ser Cys Ile Ala

225 230 235 240

Gly Ile Ala Phe Thr Asn Ala Gly Leu Gly Ile Asn His Ser Leu Ala

245 250 255
His Ala Met Gly Gly Ser Phe His Ile Pro His Gly Arg Ser Asn Ala
260 265 270
Leu Leu Leu Asn Ala Val Met Glu Tyr Asn Ala Ser Leu Val Gly Asn
275 280 285
Ala Asn Asp His Ala Met Glu Lys Tyr Ala Lys Leu Ala Ser Val Leu
290 295 300
His Leu Pro Ala Arg Thr Thr Arg Glu Gly Ala Val Ser Phe Ile Glu

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

370 375 380
<210> 111
<211> 993
<212> DNA
<213> Clostridium ragsdalei
<400> 111
atggaaaaa tttggaataa ggcaaaggaa gacaaaaaaa agattgtctt agctgaagga 60
gaagaagaaa gaactcttca agcttgtgaa aaaataatta aagaaggtat tgcaaattta 120
atccttgtag ggaatgaaaa ggtaatagag gagaaggcat caaaattagg cgtaagtta 180
aatggagcag aaatagtaga tccagaaacc tcggataaac taaaaaata tgcagatgct 240
ttttatgaat tgagaaagaa gaagggaata acaccagaaa aagcggataa aatagtaaga 300

gatccaatat attttgctac gatgatggtt aagcttggag atgcagatgg attggtttca 360
ggtgcagtgc atactacagg tgatcttttg agaccaggac ttcaaatagt aaagacagct 420
ccaggtacat cagtagtttc cagcacattt ataatggaag taccaaattg tgaatatggt 480

gacaatggtg tacttctatt tgctgattgt gctgtaaacc catgcccaga tagtgatcaa 540
 ttggcttcaa ttgcaataag tacagcagaa actgcaaaga acttatgtgg aatggatcca 600
 aaagtagcaa tgctttcatt ttctactaag ggaagtgcaa aacacgaatt agtagataaa 660
 gttagaaatg ctgtagaaat tgccaaaaaa gctaaaccag atttaagttt ggacggagaa 720

ttacaattag atgcctctat cgtagaaaag gttgcaagtt taaaggctcc tgaaagtga 780
 gtagcaggaa aagcaaatgt acttgatatt ccagatctcc aagcaggaaa tataggttat 840
 aaacttggtc aaagatttgc aaaagctgat gctataggac ctgtatgcca gggatttgca 900
 aaacataaa atgatttgc aagaggatgt aactccgatg atatagtaaa ttagtagct 960
 gtaacagcag ttcaggcaca agctcaaaag taa 993

<210> 112

<211> 330

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 112

Met Glu Lys Ile Trp Asn Lys Ala Lys Glu Asp Lys Lys Lys Ile Val

1	5	10	15
Leu	Ala	Glu	Gly
Glu	Glu	Glu	Arg
Thr	Leu	Gln	Ala
Cys	Glu	Lys	Ile
20	25	30	
Ile	Lys	Glu	Gly
Ile	Ala	Asn	Leu
Ile	Leu	Val	Gly
Asn	Glu	Lys	Val
35	40	45	
Ile	Glu	Glu	Lys
Ala	Ser	Lys	Leu
Gly	Val	Ser	Leu
Asn	Gly	Ala	Glu
50	55	60	
Ile	Val	Asp	Pro
Glu	Thr	Ser	Asp
Lys	Leu	Lys	Lys
Tyr	Ala	Asp	Ala

65	70	75	80
Phe	Tyr	Glu	Leu
Arg	Lys	Lys	Lys
Gly	Ile	Thr	Pro
Glu	Lys	Ala	Asp
85	90	95	
Lys	Ile	Val	Arg
Asp	Pro	Ile	Tyr
Phe	Ala	Thr	Met
Met	Val	Lys	Leu
100	105	110	
Gly	Asp	Ala	Asp
Gly	Leu	Val	Ser
Gly	Ala	Val	His
Thr	Thr	Gly	Asp
115	120	125	
Leu	Leu	Arg	Pro
Gly	Leu	Gln	Ile
Val	Lys	Thr	Ala
Pro	Gly	Thr	Ser

130 135 140
Val Val Ser Ser Thr Phe Ile Met Glu Val Pro Asn Cys Glu Tyr Gly
145 150 155 160
Asp Asn Gly Val Leu Leu Phe Ala Asp Cys Ala Val Asn Pro Cys Pro
165 170 175
Asp Ser Asp Gln Leu Ala Ser Ile Ala Ile Ser Thr Ala Glu Thr Ala
180 185 190
Lys Asn Leu Cys Gly Met Asp Pro Lys Val Ala Met Leu Ser Phe Ser

195 200 205
Thr Lys Gly Ser Ala Lys His Glu Leu Val Asp Lys Val Arg Asn Ala
210 215 220
Val Glu Ile Ala Lys Lys Ala Lys Pro Asp Leu Ser Leu Asp Gly Glu
225 230 235 240
Leu Gln Leu Asp Ala Ser Ile Val Glu Lys Val Ala Ser Leu Lys Ala
245 250 255
Pro Glu Ser Glu Val Ala Gly Lys Ala Asn Val Leu Val Phe Pro Asp

260 265 270
Leu Gln Ala Gly Asn Ile Gly Tyr Lys Leu Val Gln Arg Phe Ala Lys
275 280 285
Ala Asp Ala Ile Gly Pro Val Cys Gln Gly Phe Ala Lys Pro Ile Asn
290 295 300
Asp Leu Ser Arg Gly Cys Asn Ser Asp Asp Ile Val Asn Val Val Ala
305 310 315 320
Val Thr Ala Val Gln Ala Gln Ala Gln Lys

325 330

<210> 113

<211> 1197

<212> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 113

atgaaaatat tagtagtaaa ctgtggaagt tcatctttaa aatatcaact tattgatatg 60

aaagatgaaa gcgttgtggc aaaaggactt gtagaaagaa taggagcaga aggttcagtt 120

ttaacacata aagttaacgg agaaaagttt gttacagagc agccaatgga agatcataaa 180
gttgctatac aattagttatt aaatgctctt gtagataaaa aacatggtgt aataaaagat 240
atgtcagaaa tatctgctgt agggcataga gttttgcatg gtggaaaaaa atatgcggca 300
tccattctta ttgatgacaa tgtaatgaaa gcaatagaag aatgtattcc attaggacca 360

ttacataatc cagctaatat aatgggaata gatgcttgta aaaaactaat gccaaatact 420
ccaatggtag cagtatttga tacagcattt catcagacaa tgccagatta tgcttatact 480
tatgcaatac cttatgatat atctgaaaag tatgatatca gaaaatatgg ttttcattgga 540
acttctcata gattcgtttc aattgaagca gccaaagtgt taaagaaaga tccaaaagat 600
cttaagctaa taacttgta tttaggaaat ggagctagta tatgtgcagt aaaccaggga 660
aaagcagtag atacaactat gggacttact ccccttgag gacttgtaat gggaactaga 720
tgtggtgata tagatccagc tataatacca ttgtaatga aaagaacagg tatgtctgta 780

gatgaaatgg atactttaat gaacaaaaag tcaggaatac ttggagtatc aggagtaagc 840
agcgatttta gagatgtaga agaagctgca aattcaggaa atgatagagc aaaacttgca 900
ttaaatatgt attatcacia agttaaatct ttcataaggag cttatgttgc agttttaaat 960
ggagcagatg ctataatatt tacagcagga ctggagaaa attcagctac tagcagatct 1020
gctatatgta agggattaag ctattttgga attaaaatag atgaagaaaa gaataagaaa 1080
aggggagaag cactagaaat aagcacacct gattcaaaga taaaagtatt agtaattcct 1140
acaaatgaag aacttatgat agctagggat acaaaagaaa tagttgaaaa taaataa 1197

<210> 114

<211> 398

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 114

Met Lys Ile Leu Val Val Asn Cys Gly Ser Ser Ser Leu Lys Tyr Gln

1 5 10 15

Leu Ile Asp Met Lys Asp Glu Ser Val Val Ala Lys Gly Leu Val Glu

20 25 30

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

35 40 45

Lys Phe Val Thr Glu Gln Pro Met Glu Asp His Lys Val Ala Ile Gln

50

55

60

Leu Val Leu Asn Ala Leu Val Asp Lys Lys His Gly Val Ile Lys Asp
 65 70 75 80
 Met Ser Glu Ile Ser Ala Val Gly His Arg Val Leu His Gly Gly Lys
 85 90 95
 Lys Tyr Ala Ala Ser Ile Leu Ile Asp Asp Asn Val Met Lys Ala Ile
 100 105 110
 Glu Glu Cys Ile Pro Leu Gly Pro Leu His Asn Pro Ala Asn Ile Met

 115 120 125
 Gly Ile Asp Ala Cys Lys Lys Leu Met Pro Asn Thr Pro Met Val Ala
 130 135 140
 Val Phe Asp Thr Ala Phe His Gln Thr Met Pro Asp Tyr Ala Tyr Thr
 145 150 155 160
 Tyr Ala Ile Pro Tyr Asp Ile Ser Glu Lys Tyr Asp Ile Arg Lys Tyr
 165 170 175
 Gly Phe His Gly Thr Ser His Arg Phe Val Ser Ile Glu Ala Ala Lys

 180 185 190
 Leu Leu Lys Lys Asp Pro Lys Asp Leu Lys Leu Ile Thr Cys His Leu
 195 200 205
 Gly Asn Gly Ala Ser Ile Cys Ala Val Asn Gln Gly Lys Ala Val Asp
 210 215 220
 Thr Thr Met Gly Leu Thr Pro Leu Ala Gly Leu Val Met Gly Thr Arg
 225 230 235 240
 Cys Gly Asp Ile Asp Pro Ala Ile Ile Pro Phe Val Met Lys Arg Thr

 245 250 255
 Gly Met Ser Val Asp Glu Met Asp Thr Leu Met Asn Lys Lys Ser Gly
 260 265 270
 Ile Leu Gly Val Ser Gly Val Ser Ser Asp Phe Arg Asp Val Glu Glu
 275 280 285
 Ala Ala Asn Ser Gly Asn Asp Arg Ala Lys Leu Ala Leu Asn Met Tyr
 290 295 300
 Tyr His Lys Val Lys Ser Phe Ile Gly Ala Tyr Val Ala Val Leu Asn

[illegible]

370 375 380

Leu Met Ile Ala Arg Asp Thr Lys Glu Ile Val Glu Asn Lys

385 390 395

<210> 115

<211> 1824

<212> DNA

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 115

atgtacggat ataatggtaa ggtattaaga attaatctaa gtagtaaaac ttatatagtg	60
gaagaattga aaattgacaa agctaaaaaa tttatagggtg caagagggtt aggcgtaaaa	120
accttatttg acgaagtaga tccaaaggta gatccattat cacctgataa caaatattt	180
atagcagcgg gaccacttac aggtgcgcct gttccaacaa gcggaagatt catggtagtt	240

actaaatcac ctttaacagg aactattgct attgcaaatt caggtggaaa atggggagca	300
gaattcaaag cagctggata cgatatgata atcgttgaag gtaaatctga taaagaagtt	360
tatgtaaata tagtagatga taaagtagaa tttagggatg cttctcatgt ttggggaaaa	420
ctaacagaag aaactacaaa aatgcttcaa caggaaacag attcgagagc taaggtttta	480
tgcataggac cagctgggga aaaattatca cttatggcag cagttatgaa tgatgttgat	540
agaacagcag gacgtggtgg tgttggagct gttatgggct caaagaactt aaaagctatt	600
gtagttaaaag gaagcggaaa agtaaaatta tttgatgagc aaaaagttaa agaagtagca	660

ctttagaaaa caaatatttt aagaaaagat ccagtagctg gtggaggact tccaacatac 720
ggaacagctg tacttgttaa tattataaat gaaaaatggcg tacatccagt aaaaaatttc 780
caaaaatctt atacagatca ggcagataag atcagtggag aaactttaac taagattgac 840
ttagttagaa aaaatccttg ctataggtgt ccaattgcct gtggaagatg ggtaaaactt 900
gatgatggaa ctgaatgtgg aggaccagaa tatgaaacat tatggtcatt tggatctgat 960

tgtgatgtat acgatataaa tgctgtaaat acagcaaata tgttgtgtaa tgaatatgga 1020
 ttagatacca ttacagcagg atgtactatt gcagcagcta tggaacttta tcaaagaggt 1080

 tatattaagg atgaagaaat agcagcagat ggattgtcac ttaattgggg agatgctaag 1140
 tccatggttg aatgggtaaa gaaaatggga cttagagaag gatttggaga caagatggca 1200
 gatggttcat acagactttg tgactcatac ggtgtacctg agtattcaat gactgtaaaa 1260
 aaacaagaaa tcccagcata tgaccaaga ggaatacagg gacatggtat aacttatgct 1320
 gttaacaata ggggagggtg tcatattaag ggatatatgg taagccctga aatacttggt 1380
 tatccagaaa aacttgatag acttgcagtg gaaggaaaag caggatatgc tagagtattc 1440
 catgatttaa cagctgttat agattcacit ggattatgta tttttacaac atttggtctt 1500

 ggtgcacagg attatgttga tttgtataat gcagtagttg gtggagaatt acatgatgta 1560
 gactctttaa tgtagctgg agatagaata tggactttag aaaaaatatt taacttaaag 1620
 gcaggcatag atagttcaca ggatactctt ccaaagagat tgcttgagga accagttcca 1680
 gaaggacat caaaaggaga gattcataga ttagatgtac ttcttctga atattattca 1740
 gtacgtggat gggataaaaa tggataacct acagaggaaa cgttaaagaa attaggatta 1800
 gatgaatatg taggtaagtt ttaa 1824

 <210> 116
 <211> 607
 <212> PRT
 <213> Clostridium ragsdalei

<400> 116

Met Tyr Gly Tyr Asn Gly Lys Val Leu Arg Ile Asn Leu Ser Ser Lys

1 5 10 15

Thr Tyr Ile Val Glu Glu Leu Lys Ile Asp Lys Ala Lys Lys Phe Ile

20 25 30

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

35 40 45

Lys Val Asp Pro Leu Ser Pro Asp Asn Lys Phe Ile Ile Ala Ala Gly

50 55 60

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

65 70 75 80

Thr Lys Ser Pro Leu Thr Gly Thr Ile Ala Ile Ala Asn Ser Gly Gly

85	90	95	
Lys Trp Gly Ala Glu Phe Lys Ala Ala Gly Tyr Asp Met Ile Ile Val			
100	105	110	
Glu Gly Lys Ser Asp Lys Glu Val Tyr Val Asn Ile Val Asp Asp Lys			
115	120	125	
Val Glu Phe Arg Asp Ala Ser His Val Trp Gly Lys Leu Thr Glu Glu			
130	135	140	
Thr Thr Lys Met Leu Gln Gln Glu Thr Asp Ser Arg Ala Lys Val Leu			
145	150	155	160
Cys Ile Gly Pro Ala Gly Glu Lys Leu Ser Leu Met Ala Ala Val Met			
165	170	175	
Asn Asp Val Asp Arg Thr Ala Gly Arg Gly Gly Val Gly Ala Val Met			
180	185	190	
Gly Ser Lys Asn Leu Lys Ala Ile Val Val Lys Gly Ser Gly Lys Val			
195	200	205	
Lys Leu Phe Asp Glu Gln Lys Val Lys Glu Val Ala Leu Glu Lys Thr			
210	215	220	
Asn Ile Leu Arg Lys Asp Pro Val Ala Gly Gly Gly Leu Pro Thr Tyr			
225	230	235	240
Gly Thr Ala Val Leu Val Asn Ile Ile Asn Glu Asn Gly Val His Pro			
245	250	255	
Val Lys Asn Phe Gln Lys Ser Tyr Thr Asp Gln Ala Asp Lys Ile Ser			
260	265	270	
Gly Glu Thr Leu Thr Lys Asp Cys Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr			
275	280	285	
Arg Cys Pro Ile Ala Cys Gly Arg Trp Val Lys Leu Asp Asp Gly Thr			
290	295	300	
Glu Cys Gly Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Ser Phe Gly Ser Asp			
305	310	315	320
Cys Asp Val Tyr Asp Ile Asn Ala Val Asn Thr Ala Asn Met Leu Cys			
325	330	335	

Asn Glu Tyr Gly Leu Asp Thr Ile Thr Ala Gly Cys Thr Ile Ala Ala
 340 345 350
 Ala Met Glu Leu Tyr Gln Arg Gly Tyr Ile Lys Asp Glu Glu Ile Ala
 355 360 365
 Ala Asp Gly Leu Ser Leu Asn Trp Gly Asp Ala Lys Ser Met Val Glu
 370 375 380

 Trp Val Lys Lys Met Gly Leu Arg Glu Gly Phe Gly Asp Lys Met Ala
 385 390 395 400
 Asp Gly Ser Tyr Arg Leu Cys Asp Ser Tyr Gly Val Pro Glu Tyr Ser
 405 410 415
 Met Thr Val Lys Lys Gln Glu Ile Pro Ala Tyr Asp Pro Arg Gly Ile
 420 425 430
 Gln Gly His Gly Ile Thr Tyr Ala Val Asn Asn Arg Gly Gly Cys His
 435 440 445

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

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

 Glu Tyr Tyr Ser Val Arg Gly Trp Asp Lys Asn Gly Ile Pro Thr Glu

580	585	590
Glu Thr Leu Lys Lys Leu Gly Leu Asp Glu Tyr Val Gly Lys Phe		
595	600	605
<210> 117		
<211> 1824		
<212> DNA		
<213> Clostridium ragsdalei		
<400> 117		
atgtatggtt ataatggtaa agtattaaga attaatTTaa aagaaagaac ttgcaaatca	60	
gaaaatttag atttagataa agctaaaaag tttataggct gtaggggact aggtgttaaa	120	
actttatttg atgaaataga tcctaaaata gatgcattat caccagaaaa taaatttata	180	
attgtaacag gtccgttaac tggagctcca gttccaacta gtggaagggtt tatggtagtt	240	
actaaagcac cgcttacagg aactatagga atttcaaatt cgggtggaaa atggggagta	300	
gacttgaaaa aagctggctg ggatatgata atagtagagg ataaggctga ttcaccagtt	360	
tacattgaaa tagtagatga taaagtagaa attaaagatg cgtcacagct ttggggaaaa	420	
gttacatcag aaactacaaa agagttagaa aagataactg agaatagatc aaaggtatta	480	
tgtataggac ctgctggtag aagattgtcc cttatggcag cagttatgaa tgatgtagat	540	
agaactgcag caagaggcgg cgttggtgca gttatgggat ctaaaaactt aaaagctatt	600	
acagttaaag gaactggaaa aatagcttta gctgataaag aaaaagtaaa aaaagtgtcc	660	
gtagaaaaaa ttacaacatt aaaaaatgat ccagtagctg gtcagggaat gccaacttat	720	
ggtacagcta tactggttaa tataataaat gaaaatggag ttcacacctgt aaataatTTT	780	
caagaatctt atacggatca agcagataaa ataagtggag agactcttac tgctaaccaa	840	
ctagtaagga aaaatccttg ttacagctgt cctatagggt gtggaagatg ggtagacta	900	
aaagatggta cagagtgcgg aggaccggag tatgaaacac tgtggtgttt tggtctgac	960	
tgtggttcat atgattttaga tgctataaat gaagctaata tgttatgtaa tgaatatggt	1020	
attgatacta ttacctgtgg tgcaacaatt gctgcagcta tggaacttta tcaaagagga	1080	
tatgtaaaag atgaagaaat agccggagat aacctatctc tcaagtgggg agatacggag	1140	
tctatgattg gctggataaa gaaaatggta tatagtgaag gctttggagc aaagatgaca	1200	
aatgggtcat ataggctttg tgaaggttat ggagtacctg agtattctat gacagttaaa	1260	
aagcaagaaa ttccagcata tgatccaagg ggaatacagg gacatggtat tacctatgca	1320	
gttaataata gaggaggatg tcatattaag ggatatatga ttaatcctga aatattaggt	1380	

tatccggaaa aacttgatag atttgcatta gatggtaaag cagcctatgc caaaatgatg 1440

catgatttaa ctgctgtaat tgattcttta ggattgtgca tttcactac atttgggctt 1500

ggaatacagg attatgtaga tatgtataat gcagtagtag gagaatctac ttgtgattca 1560

gattcactat tagaggcagg agatagagta tggactcttg aaaaattatt taatcttgca 1620

gctggaatag acagcagcca ggatactcta ccaaagagat tgtagaaga acctattcca 1680

gatgggccat caaagggaca cgttcatagg ctgatgttc ttctgccaga atattactca 1740

gtacgaggat ggagtaaaga gggatatcct acagaagaaa cattaaagaa attaggatta 1800

gatgaatata taggtaagtt ctag 1824

<210> 118

<211> 607

<212> PRT

<213> Clostridium ragsdalei

<400> 118

Met Tyr Gly Tyr Asn Gly Lys Val Leu Arg Ile Asn Leu Lys Glu Arg

1 5 10 15

Thr Cys Lys Ser Glu Asn Leu Asp Leu Asp Lys Ala Lys Lys Phe Ile

20 25 30

Gly Cys Arg Gly Leu Gly Val Lys Thr Leu Phe Asp Glu Ile Asp Pro

35 40 45

Lys Ile Asp Ala Leu Ser Pro Glu Asn Lys Phe Ile Ile Val Thr Gly

50 55 60

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

65 70 75 80

Thr Lys Ala Pro Leu Thr Gly Thr Ile Gly Ile Ser Asn Ser Gly Gly

85 90 95

Lys Trp Gly Val Asp Leu Lys Lys Ala Gly Trp Asp Met Ile Ile Val

100 105 110

Glu Asp Lys Ala Asp Ser Pro Val Tyr Ile Glu Ile Val Asp Asp Lys

115 120 125

Val Glu Ile Lys Asp Ala Ser Gln Leu Trp Gly Lys Val Thr Ser Glu

130 135 140

Thr Thr Lys Glu Leu Glu Lys Ile Thr Glu Asn Arg Ser Lys Val Leu
 145 150 155 160
 Cys Ile Gly Pro Ala Gly Glu Arg Leu Ser Leu Met Ala Ala Val Met
 165 170 175
 Asn Asp Val Asp Arg Thr Ala Ala Arg Gly Gly Val Gly Ala Val Met
 180 185 190
 Gly Ser Lys Asn Leu Lys Ala Ile Thr Val Lys Gly Thr Gly Lys Ile
 195 200 205
 Ala Leu Ala Asp Lys Glu Lys Val Lys Lys Val Ser Val Glu Lys Ile
 210 215 220
 Thr Thr Leu Lys Asn Asp Pro Val Ala Gly Gln Gly Met Pro Thr Tyr
 225 230 235 240
 Gly Thr Ala Ile Leu Val Asn Ile Ile Asn Glu Asn Gly Val His Pro
 245 250 255
 Val Asn Asn Phe Gln Glu Ser Tyr Thr Asp Gln Ala Asp Lys Ile Ser
 260 265 270
 Gly Glu Thr Leu Thr Ala Asn Gln Leu Val Arg Lys Asn Pro Cys Tyr
 275 280 285
 Ser Cys Pro Ile Gly Cys Gly Arg Trp Val Arg Leu Lys Asp Gly Thr
 290 295 300
 Glu Cys Gly Gly Pro Glu Tyr Glu Thr Leu Trp Cys Phe Gly Ser Asp
 305 310 315 320
 Cys Gly Ser Tyr Asp Leu Asp Ala Ile Asn Glu Ala Asn Met Leu Cys
 325 330 335
 Asn Glu Tyr Gly Ile Asp Thr Ile Thr Cys Gly Ala Thr Ile Ala Ala
 340 345 350
 Ala Met Glu Leu Tyr Gln Arg Gly Tyr Val Lys Asp Glu Glu Ile Ala
 355 360 365
 Gly Asp Asn Leu Ser Leu Lys Trp Gly Asp Thr Glu Ser Met Ile Gly
 370 375 380
 Trp Ile Lys Lys Met Val Tyr Ser Glu Gly Phe Gly Ala Lys Met Thr

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

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

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

 565 570 575
 Glu Tyr Tyr Ser Val Arg Gly Trp Ser Lys Glu Gly Ile Pro Thr Glu
 580 585 590
 Glu Thr Leu Lys Lys Leu Gly Leu Asp Glu Tyr Ile Gly Lys Phe
 595 600 605
 <210> 119
 <211> 1167
 <212> DNA
 <213> Clostridium autoethanogenum
 <400> 119

atggcaagat ttactttacc aagagacatt tttttggag aaaattcatt agaaaccttg 60
aaagacctag atggaaaaaa agctgttatt gtcgtagggtg gtggatccat gaaacgattt 120

ggattccttg ataaggtagt aaactactta aaagaagcag gtattgaatc aaaattaata 180
gaaggagtgt aaccagatcc atctgtagaa actgttatga atggcgctaa actaatgaga 240
gaatatgaac cagatttaat agtatcaata ggtggagggtt caccaattga cgcagcaaaa 300
gctatgtgga tattctatga ataccctgag tttactttta aagaggctgt ggttcctttt 360
ggtcttccta aattaagaca aaaagcaaca tttatagcta taccttctac aagtggact 420
gcaacagaag taacggcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat taaatattct 480
ttagctgact tcaatttaac accagatata gctataattg atccagcatt agctcaaaca 540

atgccaccta aattaactgc acatactgga atggatgcac ttacccatgc tattgaagca 600
tatgttgcag gacttcattc agttttctca gatcctcttg ctattcaagc tatagttatg 660
glaaatcagt atttaattaa atcttacaat gaagataaag aagctagaaa ccaaatgcat 720
ttagctcaat gtttagctgg aatggcattt tcaaatgcac ttcttggaat aactcacagt 780
ttagcacata aaacaggtgc agtattccat attcctcatg gatgtgcaa tgcaatatat 840
cttcctatg ttatagattt caataaaaaa gcttgtagac caagatatgc tgatatagct 900
aggagtctta aacttcagg aaatactgat gatgaattag tagattcatt aactaacatg 960

attaaagata tgaacaagag tatggatatt cctttgacat taaaagatta cggagtagat 1020
gaaaaagaat ttaaagataa tgaagatttt atagctcata atgccgtatt agatgcctgc 1080
actggatcaa atcctagaag tataaatgat gctgaaatga aaaaattgtt agaatacatc 1140
tattatggta aaaaggttga tttttaa 1167

<210> 120
<211> 388
<212> PRT
<213> Clostridium autoethanogenum
<400> 120

Met Ala Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ser
1 5 10 15

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

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Asp Lys Val Val Asn
35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Ala Gly Ile Glu Ser Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu
 50 55 60
 Pro Asp Pro Ser Val Glu Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Leu Met Arg
 65 70 75 80

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

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

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

 His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn
 275 280 285
 Lys Lys Ala Cys Thr Pro Arg Tyr Ala Asp Ile Ala Arg Ser Leu Lys

290 295 300
 Leu Pro Gly Asn Thr Asp Asp Glu Leu Val Asp Ser Leu Thr Asn Met
 305 310 315 320
 Ile Lys Asp Met Asn Lys Ser Met Asp Ile Pro Leu Thr Leu Lys Asp
 325 330 335

Tyr Gly Val Asp Glu Lys Glu Phe Lys Asp Asn Glu Asp Phe Ile Ala
 340 345 350
 His Asn Ala Val Leu Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ser Ile
 355 360 365
 Asn Asp Ala Glu Met Lys Lys Leu Leu Glu Tyr Ile Tyr Tyr Gly Lys
 370 375 380

Lys Val Asp Phe

385

<210> 121

<211> 1167

<212> DNA

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 121

atgggaagat ttactttgcc tagggatatt tacttttggtg aaaatgcctt agaaaattta 60
 aaaaatttag atggaaataa agcagtagtt gttgtaggtg ggggatctat gaagagattt 120
 ggattcttag ccaaagttga aaaatactta aaagaaactg gtatggaagt taaattaata 180
 gaaggtgttg agcctgatcc gtctgttgat actgttatga atggcgctaa aataatgaga 240
 gactttaacc cagattggat agtatcaata ggtggaggat ctcccataga tgctgctaaa 300
 gcaatgtgga tattttatga ataccccgac ttacatttg aaaaagcggg agtcctttt 360
 ggaattccta aattaaggca gaaggcaciaa ttgttgcta taccttctac aagtggaaca 420

gcaactgaag taacatcatt ttctgtaata acagactata aagctaaaat aaaatcctt 480
 ctgacagatt ttaaccttac cctgatata gctataatag atccgtctct tgcagaaaca 540
 atgccccaaa agcttacagc acacactgga atggatgcac ttactcacgc aatagaagca 600
 tatgtagcaa gtttacattc agatttctca gatccacttg ctatgcatgc tataaccatg 660
 attcataaat atttattgaa atcctatgaa gaagataaag aagctagagg acatatgcat 720
 atagcccaat gtctagctgg gatggcattt tcaaatgctc tccttggaat aactcatagt 780

atagcacata aaactgggtgc agtatattcac atacctcatg ggtgtgctaa tgccatatac 840

ttaccttatg ttatagattt taacaagaaa gcttggttcag aaagatatgc taaaatagcc 900

aaaaagctgc atctatcagg aaatagtga gatgagctaa tagattcatt aactgaaatg 960

attcgtacta tgaacaaaa gatggatatt cctctcacca taaaagatta tggataaagc 1020

gaaaacgatt ttaatgaaaa cctagatttt atagctcaca atgcatgat ggatgcctgc 1080

actggatcca atcctagagc aataactgag gaagaaatga aaaagctctt gcagtatatg 1140

tataatgggc aaaaggttaa tttctag 1167

<210> 122

<211> 388

<212> PRT

<213> Clostridium autoethanogenum

<400> 122

Met Gly Arg Phe Thr Leu Pro Arg Asp Ile Tyr Phe Gly Glu Asn Ala

1 5 10 15

Leu Glu Asn Leu Lys Asn Leu Asp Gly Asn Lys Ala Val Val Val Val

20 25 30

Gly Gly Gly Ser Met Lys Arg Phe Gly Phe Leu Ala Lys Val Glu Lys

35 40 45

Tyr Leu Lys Glu Thr Gly Met Glu Val Lys Leu Ile Glu Gly Val Glu

50 55 60

Pro Asp Pro Ser Val Asp Thr Val Met Asn Gly Ala Lys Ile Met Arg

65 70 75 80

Asp Phe Asn Pro Asp Trp Ile Val Ser Ile Gly Gly Gly Ser Pro Ile

85 90 95

Asp Ala Ala Lys Ala Met Trp Ile Phe Tyr Glu Tyr Pro Asp Phe Thr

100 105 110

Phe Glu Lys Ala Val Val Pro Phe Gly Ile Pro Lys Leu Arg Gln Lys

115 120 125

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

130 135 140

Thr Ser Phe Ser Val Ile Thr Asp Tyr Lys Ala Lys Ile Lys Tyr Pro

145 150 155 160
 Leu Ala Asp Phe Asn Leu Thr Pro Asp Ile Ala Ile Ile Asp Pro Ser
 165 170 175
 Leu Ala Glu Thr Met Pro Lys Lys Leu Thr Ala His Thr Gly Met Asp
 180 185 190

 Ala Leu Thr His Ala Ile Glu Ala Tyr Val Ala Ser Leu His Ser Asp
 195 200 205
 Phe Ser Asp Pro Leu Ala Met His Ala Ile Thr Met Ile His Lys Tyr
 210 215 220
 Leu Leu Lys Ser Tyr Glu Glu Asp Lys Glu Ala Arg Gly His Met His
 225 230 235 240
 Ile Ala Gln Cys Leu Ala Gly Met Ala Phe Ser Asn Ala Leu Leu Gly
 245 250 255

 Ile Thr His Ser Ile Ala His Lys Thr Gly Ala Val Phe His Ile Pro
 260 265 270
 His Gly Cys Ala Asn Ala Ile Tyr Leu Pro Tyr Val Ile Asp Phe Asn
 275 280 285
 Lys Lys Ala Cys Ser Glu Arg Tyr Ala Lys Ile Ala Lys Lys Leu His
 290 295 300
 Leu Ser Gly Asn Ser Glu Asp Glu Leu Ile Asp Ser Leu Thr Glu Met
 305 310 315 320

 Ile Arg Thr Met Asn Lys Lys Met Asp Ile Pro Leu Thr Ile Lys Asp
 325 330 335
 Tyr Gly Ile Ser Glu Asn Asp Phe Asn Glu Asn Leu Asp Phe Ile Ala
 340 345 350
 His Asn Ala Met Met Asp Ala Cys Thr Gly Ser Asn Pro Arg Ala Ile
 355 360 365
 Thr Glu Glu Glu Met Lys Lys Leu Leu Gln Tyr Met Tyr Asn Gly Gln
 370 375 380

 Lys Val Asn Phe
 385

<210> 123
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 123
 ttgatgaaat gatcactgac ggatt 25
 <210> 124
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 124
 gaaatgttcc atctctcagc tatgt 25
 <210> 125
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400>
 > 125
 catcactttc aataacagaa gtggc 25
 <210> 126
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 126
 tacctctaca agcttcataa cagga 25
 <210> 127
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 127

aaaatgggtc agtatgggat gatgg 25
 <210> 128
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence

 <220><223> synthetic primer
 <400> 128
 ttagtagaccg caaacctttg ataataat 25
 <210> 129
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 129
 caagttttact tgggtggaaca atagc 25
 <210> 130
 <211> 25
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 130
 gagttggtct tacagtttta ccagtt 25
 <210> 131
 <211>
 > 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 131
 tcaggacctt ctggaactgg 20
 <210> 132
 <211> 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence

<220><223> synthetic primer
 <400> 132
 acctccccctt ttcttgaga 20
 <210> 133
 <211> 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 133
 caggtttcgg tgctgaccta 20

 <210> 134
 <211> 20
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 134
 aactccgccg ttgtatttca 20
 <210> 135
 <211> 37
 <212> DNA
 <213> Artificial sequence
 <220><223> synthetic primer
 <400> 135
 ccgaattcgt cgacaacaga gtttgatcct ggctcag 37