



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C12N 1/20 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년11월30일 10-0652186 2006년11월23일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2005-0111623 2005년11월22일 2005년11월22일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자	부경대학교 산학협력단 부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내
(72) 발명자	이진우 부산시 사하구 다대동 1552번지 대우아파트 103동 503호 조강익 부산시 영도구 동삼1동 510-7번지 도개공아파트 2단지 203동1201호 이보화 경남 창원시 사림동 148-15 김보경 부산시 사하구 다대2동 현대아파트 114동 1102호
(74) 대리인	이처영

심사관 : 이충호

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 신규 미생물 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 및 이를 이용한 섬유소 분해효소의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 신규 미생물 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53(*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53) 및 이를 이용한 섬유소 분해효소의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 해수로부터 동정한 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 및 이를 배양하는 것을 특징으로 하는 섬유소 분해효소의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 신규 미생물은 사상균이나 곰팡이보다 생장속도가 빠르므로, 섬유소 분해효소를 경제적으로 제조하는 것이 가능하다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

섬유소 분해효소 생성능을 가지는 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53(기탁번호: KACC 91179P).

청구항 2.

다음 단계를 포함하는 섬유소 분해효소의 제조방법:

- (a) 제1항의 미생물을 배양하여 섬유소 분해효소를 배양액으로 분리·생성하는 단계; 및
- (b) 상기 배양액으로부터 섬유소 분해효소를 회수하는 단계.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 배양액의 탄소원은 미강, 왕겨, 맥아당, 전분 및 CMC로 구성된 그룹으로부터 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

발명의 분야

본 발명은 신규 미생물 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53(*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53) 및 이를 이용한 섬유소 분해효소의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 해수로부터 동정한 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 및 이를 배양하는 것을 특징으로 하는 섬유소 분해효소의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 배경

섬유소(cellulose)는 고등식물의 세포벽의 주성분으로 목질부의 대부분을 차지하는 다당류이자, 자연계에서 석탄에 이어 다량으로 존재하는 유기화합물이며, 공업적으로 중요한 자원이다. 고등식물 외에도 세균·바닷말·해산동물인 멧게류의 외피에도 존재하고, 아세트산균의 균체외 분비물에도 함유되어 있으며, 조개류의 점액 속에도 존재한다. 섬유소는 균류·세균·연체동물 등의 섬유소 분해효소(cellulase)에 의하여 분해된 후, 최종적으로 전분(glucose)이 된다.

섬유소 분해효소(cullulase)란 섬유소(cellulose)를 가수분해시키는 효소로서, 섬유소 분해효소에 의해 가수분해된 섬유소는 셀로바이오스(cellobiose)로 변하고, 이는 다시 β -글루코시다아제(β -glucosidase)에 의해 포도당으로 가수분해된다.

섬유소 분해효소는 주로 *T. viride*, *T. reesei* 등과 같은 *Tricodema* 종, *Aspergillus niger*, *Thermomonospora* 등과 같은 곰팡이, *Clostridium* 종에 의해 생산되는 것으로 알려져 있으며, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Clostrium*, *Sclerotium* 속 균주 등에 의해서도 생산되는 것으로 보고된 바 있다.

섬유소 분해효소를 생산하는 종래기술은 *Tricoderma* 종, *Aspergillus* 종 등의 곰팡이를 고체배양(solid state fermentation)하는 방법으로, 이는 액체배양에 비하여 비효율적이고, 곰팡이는 세균에 비해 생육속도가 낮기 때문에 생산성이 낮아 섬유소 분해효소의 가격을 높이는 문제점을 가지고 있다.

섬유소 분해효소의 생산을 향상시키는 것을 포함하여 종래기술이 가진 문제점들을 해결하기 위하여, 곰팡이의 섬유소 분해효소 유전자를 *E. coli*와 같은 세균에 도입하고, 섬유소 분해효소 유전자 함유 변이주를 액체배양하여, 섬유소 분해효소를 생산하려는 연구가 진행되고 있으나, 아직 산업화단계까지 적용되지 못하고 있는 실정이다.

생산된 섬유소 분해효소는 곡류 가공, 생물자원으로부터의 에탄올 발효, 주류 생산, 폐기물 처리, 세탁 혹은 주방용 세제 등으로 다양하게 사용될 수 있다. 기존의 세탁 혹은 주방용 세제는 대부분이 화학물질로서, 물에 녹은 상태에서 미생물에 의해 분해되기 어렵고, 물 위에 거품이 생기게 되어 산소가 물속으로 녹아들지 않을 수 없게 한다. 이는 수중으로 햇빛이 들어오는 것을 차단하여, 플랑크톤의 정상적인 번식을 방해할 뿐 아니라, 수자원의 오염을 증가시키는 여러 문제점을 유발한다. 또한, 기존의 세탁 혹은 주방용 세제는 세척력을 높이기 위한 인을 함유하고 있어서 부영양화 현상을 유발한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명자들은 섬유소 분해효소의 생성능이 뛰어난 균주를 개발하고자 예의 노력한 결과, 해수로부터 섬유소 분해효소의 생성능을 가진 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53을 분리·동정하고, 상기 미생물의 배양을 통하여 양질의 섬유소 분해효소를 대량 획득할 수 있다는 것을 확인하고, 본 발명을 완성하게 되었다.

결국, 본 발명의 목적은 신규 미생물 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 및 이를 이용한 섬유소 분해효소의 제조방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 섬유소 분해효소 생성능을 가지는 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53(기탁번호: KACC 91179P)를 제공한다.

본 발명은 또한, (a) 상기 미생물을 배양하여 섬유소 분해효소를 배양액으로 분리·생성하는 단계; 및 (b) 상기 배양액으로부터 섬유소 분해효소를 회수하는 단계를 포함하는 섬유소 분해효소의 제조방법을 제공한다.

본 발명에 있어서, 상기 배양액의 탄소원은 미강, 왕겨, 맥아당, 전분 및 CMC로 구성된 그룹으로부터 선택된 어느 하나 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.

이하 본 발명을 상세히 설명한다.

해수에서 분리한 미생물들을 액체 배양한 후, 배양액을 원심분리하여 균체를 제거한 상등액을 직경 1.0cm의 페이퍼 디스크(paper disc)에 일정량 점적하여 건조시킨 후, 섬유소의 유도체인 카르복시메틸 섬유소(carboxymethyl cellulose: CMC)를 첨가한 고체배지 위에 올려놓고, 일정 온도에서 배양하면서 카르복시메틸 섬유소를 분해하는 균주를 분리하였다. 분리한 균주를 16S rDNA 및 *gyrase A*의 염기서열을 부분적으로 결정하여 보고된 균주들과 염기서열을 비교하는 방법으로 동정한 결과, 세균의 일종인 바실러스 속 균주임을 확인하고, 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 (*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53)이라 명명하였다.

탄소원을 다르게 하여 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53을 배양한 결과, 미강, 왕겨, 맥아당, CMC(carboxymethyl cellulose) 또는 전분을 탄소원으로 사용한 경우 상기 균주의 성장이 우수하고, 미강, 왕겨, CMC, 또는 전분을 탄소원으로 사용한 경우 상기 균주의 섬유소 분해효소 생성능이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

실시예 1: 해수에서의 미생물 분리 및 배양

경상도 일대의 동해와 남해에서 채취한 일정한 양의 해수와 멸균된 생리식염수(0.85% NaCl)를 적절하게 희석한 후, marine agar(하기 marine broth의 조성에 1.5%(w/v)의 agar를 첨가) 배지에 깔고(plating), 30℃에 배양하면서 평판 도 말법으로 미생물을 분리하였다. 분리한 미생물을 marine broth에 한 백금니 접종하고, 25~35℃에서 150~200rpm으로 55~85시간 동안 배양한 후, 수득된 배양액을 새 배지(marine broth)에 3~5%(v/v)로 접종하고, 25~35℃에서 150~200rpm으로 3~5일 동안 배양하였다. 배양액 및 배양액을 5000~9000xg의 범위에서 10~30분 동안 원심분리하여 균체를 제외한 상등액을 수득하였다.

상기 marine broth 1L의 조성은 다음과 같다: 5g 펩톤, 1g 효모추출물, 0.1g Ferric citrate, 19.45 Sodium chloride, 5.9g Magnesium chloride, 3.24g Sodium sulfate, 1.8g Calcium chloride, 0.55g Potassium chloride, 0.16g Sodium bicarbonate, 0.08g Potassium bromide, 0.034g Strontium chloride, 0.022g Boric acid, 0.004g Sodium dilicate, 0.0024g Sodium fluoride, 0.0016g Ammonium nitrate 및 0.008g Disodium phosphate.

실시예 2: 섬유소 분해효소 생성능을 가진 균주의 분리

섬유소 분해효소 생성능을 가진 균주를 분리하기 위하여, 상기 실시예 1에서 수득한 상등액 40 μ l를 직경 1cm의 페이퍼 디스크(paper disc)에 점적한 후 건조시켰다. 건조시킨 페이퍼 디스크를 CMC(carboxymethyl cellulose) 2%(w/v)를 첨가한 한천배지 위에 올려놓고 37℃에서 3일 동안 배양한 후, 해수에서 분리한 미생물의 섬유소 분해효소 생성능을 관찰하였다 (도 1).

그 결과, 도 1에 나타난 바와 같이, 일부 미생물이 섬유소 분해효소를 생산·분비한다는 것을 확인할 수 있었다. 미생물이 섬유소 분해효소를 생산하여 분비하면, 배지에 포함된 CMC가 분해되어 미생물이 존재하는 부분 주변으로 열린 붉은색의 원이 생성된다 (도 1). 이 원의 반경 및 흰색을 나타내는 정도는 미생물의 섬유소 분해효소 생성능에 비례한다.

실시예 3: 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 균주의 동정

상기 실시예 2에서 섬유소 분해효소 생성능이 뛰어난 것으로 판별된 균주를 동정하기 위하여, 16S rDNA 및 자이레이즈 A 유전자의 염기서열을 분석하였다.

3-1: 16S rDNA 염기서열 분석에 의한 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 균주의 동정

상기 실시예 2에서 섬유소 분해효소 생성능이 뛰어난 것으로 판별된 균주를 배양한 후, 상기 배양액을 균질기(homogenizer)로 파쇄하여 100 μ l의 TE buffer(pH 8.0)에 녹이고, 리조자임(lysozyme)을 첨가하여 37℃에서 12시간 반응시킴으로써 세포벽을 분해하였다. 세포벽이 분해된 균체에 500 μ l의 구아니딘-사코실 용액(guanidine-sarcosyl solution: Guanidine thiocyanate(Sigma) 60g, 0.5mM EDTA 20ml, 및 Deionized water 20ml)을 첨가하여 원심분리하고 상등액을 수득하였다.

상기 수득한 상등액에 0.54배 부피의 이소프로판올(isopropanol)을 첨가하여 염색체 DNA를 침전시켰다. 상등액을 제거하여 침전된 염색체 DNA를 수득하고, 90 μ l의 TE buffer(pH 8.0)에 녹인 후, 10 μ l의 RNase A(10 mg/ml, Sigma)를 첨가하여 37℃에서 2시간 반응시킨 다음, 3배 부피의 에탄올을 첨가하여 염색체 DNA를 침전시켰다. 상기 침전된 염색체 DNA를 30 μ l의 증류수에 녹여 16S rDNA의 증폭을 위한 주형으로 사용하였다.

서열번호 1로 표시된 27F(5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3') 및 서열번호 2로 표시된 1522R(5'-AAG GAG GTG WTC CAR CC-3')를 프라이머로 사용하고, 다음과 같은 조건하에서 PCR을 수행하여 16S rDNA 유전자를 증폭하였다.

사용기기: GenAmp™ PCR System 9700(Applied Biosystem)

PCR을 위한 반응 혼합물(reaction mixture, 총 부피: 50 μ l)의 구성: 주형 DNA 10ng, 200 μ M dNTP, 10mM Tris-HCl(pH 9.0), 40mM KCl, 0.15mM MgCl₂, 3mM MgSO₄, 20 μ g BSA, 0.005U Vent 중합효소, 1U Taq 중합효소 및 프라이머 (27F 및 1522R 각각 0.5 μ M).

16S rDNA 증폭용 PCR 반응조건: 94℃, 3분 → [94℃, 30초 → 50℃, 30초 → 72℃, 5분] 30회 → post-elongation: 72℃, 10분

증폭된 PCR 산물은 Wizard PCR Preps DNA Purification System(Promega)을 이용하여 정제하고, 1% agarose gel에 전기영동하여 16S rDNA의 크기를 확인하였다. 염기서열은 ddNTP에 형광물질을 표지한 BigDye™ Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit(Applied Biosystem)를 사용하여, 다음과 같은 PCR 반응을 수행한 후, ABI PRISM™ 310 Genetic Analyzer(Applied Biosystem)를 이용하여 분석하였다.

염기서열 분석용 PCR 반응 조건; [96℃ 10초 → 50℃ 5초 → 60℃ 4분] 25회.

그 결과, 표 1에 나타난 바와 같이, 선별된 A-53 균주의 16S rDNA 염기서열을 부분적으로 결정할 수 있었다.

[표 1]

5' - GCTGGCGGCGTGCCTAATACATGCAAGTCGAGCGGACAGATGGGAGCTTGCTCCCTGATGTTAGCGGCGGACGGGTGAGTAAC ACGTGGGTAACTGCCTGTAAGACTGGGATAACTCCGGGAAACCGGGCTAATACCGGATGGTGTGTTGAACCGCATGGTTCAAACATAAAAGGTGGCTTCGGCTACCACTTACAGATGGACCCG - 3'

3-2: 자이레이즈 A 염기서열 분석에 의한 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 균주의 동정

상기 실시예 3-1에서 수득한 DNA를 주형으로 사용하고, 서열번호 4로 기재된 p-gyrA-f(5'-CAG TCA GGA AAT GCG TAC GTC CTT-3') 및 서열번호 5로 기재된 p-gyrA-r(5'-CAA GGT AAT GCT CCA GGC ATT GCT-3')을 프라이머로 사용하고, 다음과 같은 조건하에서 PCR을 수행하여 자이레이즈 A 유전자를 증폭하였다.

사용기기: GenAmp™ PCR System 9700(Applied Biosystem)

PCR을 위한 반응 혼합물(reaction mixture, 총 부피: 50ul)의 구성: 주형 DNA 10ng, 200uM dNTP, 10mM Tris-HCl(pH 9.0), 40mM KCl, 0.15mM MgCl₂, 3mM MgSO₄, 20ug BSA, 0.005U Vent 중합효소, 1U Taq 중합효소 및 프라이머(p-gyrA-f 및 p-gyrA-r 각각 0.5uM).

PCR 반응조건: 94℃, 3분 → [94℃, 30초 → 50℃, 30초 → 72℃, 5분] 30회 → post-elongation: 72℃, 10분

증폭된 PCR 산물은 Wizard PCR Preps DNA Purification System(Promega)을 이용하여 정제하고, 1% agarose gel에 전기영동하여 16S rDNA의 크기를 확인하였다. 염기서열은 ddNTP에 형광물질을 표지한 BigDye™ Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit(Applied Biosystem)를 사용하여, 다음과 같은 PCR 반응을 수행한 후, ABI PRISM™ 310 Genetic Analyzer(Applied Biosystem)를 이용하여 분석하였다.

염기서열 분석용 PCR 반응 조건; [96℃ 10초 → 50℃ 5초 → 60℃ 4분] 25회.

그 결과, 표 2에 나타난 바와 같이, 선별된 A-53 균주의 자이레이즈 A 염기서열을 부분적으로 결정할 수 있었다.

[표 2]

5' - ATGCAATGAGCGTTATCGTGTCCCGTGCTCTTCCGGATGTTTCGAGACGGTTTAAACCAAGTTCATAGACGGATTTGTATGCA ATGAATGATTTAGGCATGACAAGTGACAAGCCTTATAAAAAATCCGCGCATCGTTGGAGAAGTTATCGGGAATACCAACCCGACGGTGATTACGCGGTATATGAATCCATGGTCAGAATGGC - 3'
--

상기 실험을 통해 결정된, 선별된 A-53 균주의 16S rDNA 및 자이레이즈 A의 부분적 염기서열을 바탕으로 다른 종의 균주들과의 유사성을 비교하여 표 3과 같이 나타내고, 이를 도 2의 계통도로 정리하였다.

[표 3]

Strain	Accession No.	Similarity	Nt differences/ Compared
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> KCTC 3135T	AF272021	98.94	8/758
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> NRRL B-23049T	AF272020	95.06	40/809
<i>Bacillus vallismortis</i> NRRL B-14890T	AF272025	93.02	63/902
<i>Bacillus Mojavensis</i> NRRL B-14698T	AF272019	83.70	127/779
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> KCTC 1660T	AF272015	83.03	159/937
<i>Bacillus velezensis</i> LMG 22478T		83.02	152/895
MD 1713		82.33	170/962
<i>Bacillus atrophaeus</i> KCTC 3701T	AF272016	81.93	157/869
<i>Bacillus licheniformis</i> KCTC 1918T	AF272017	78.45	184/854

이 결과를 토대로 선정된 균주를 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스(*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis*)로 동정하고, 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53(*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* A-53)이라 명명하였다. 그리고, 이를 2005년 10월 26일자로 농촌진흥청 농업생명공학연구원 한국농용미생물 보존 센터(Korean Agricultural Culture Collection, KACC)에 기탁번호 KACC 91179P로 기탁하였다.

실시예 4: 탄소원에 따른 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53의 성장

본 발명의 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 균주를 Marine broth에 한 백금니 접종하고, 25~35℃에서 150~200rpm으로 55~85시간 동안 배양하였다. 상기 종균 배양액을 다시 섬유소 분해효소 생산배지[0.25%(w/v) 효모추출물, 0.5% K₂HPO₄, 0.1% NaCl, 0.02% MgSO₄·7H₂O(0.02%), 0.06% (NH₄)₂SO₄ 및 탄소원 2%]에 3~5%(v/v)로 접종하고, 25~35℃에서 150~200rpm으로 3~5일 동안 배양하였다. 배양액의 OD를 측정하여 탄소원 및 배양시간에 따른 A-53 균주의 성장을 관찰하였다. 본 발명에서 사용한 탄소원은 포도당(glucose), 과당(fructose), 맥아당(maltose), 설탕(sucrose), 전분(starch), CMC, 미강 및 왕겨이다.

그 결과, 도 3에 나타난 바와 같이, 미강, 왕겨, 맥아당, CMC 또는 전분을 탄소원으로 첨가한 배지에서 A-53 균주를 배양한 경우, 성장이 뛰어난 것을 확인할 수 있었다.

실시예 5: 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53에 의한 섬유소 분해효소

상기 실시예 4의 배양액을 5000~9000xg의 범위에서 10~30분 동안 원심분리하여, 균체를 제거하고 상등액만을 수득하였다. 상등액에 존재하는 단백질의 농도는 브래드포드(Bradford) 방법을 사용하여 측정하였다 (도 4).

그 결과, 도 4에 나타난 바와 같이, 포도당, 프럭토즈, 말토오스 또는 설탕보다 미강, 왕겨, CMC, 또는 전분을 탄소원으로 이용하여 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 균주를 배양한 경우, 단백질의 생성량이 증가함을 확인하였다.

상등액 속의 섬유소 분해효소의 활성을 측정하기 위하여, 먼저, 0.5ml의 상등액과 0.5ml의 1.0%(w/v) CMC 용액을 혼합하여 50℃에서 20분동안 둔 다음, DNS 방법을 사용하여 환원당의 생성 정도를 측정하였다 (도 5). 섬유소 분해효소는 배지 속의 탄소원을 당으로 전환시키므로, 환원당의 생성량 증가는 섬유소 분해효소의 활성이 높은 것을 의미한다.

그 결과, 도 5에 나타난 바와 같이, 섬유소 분해효소의 활성은 맥아당을 탄소원으로 사용하여 상기 균주를 72시간 동안 배양한 경우 가장 높은 것으로 나타났으며, 이 때의 활성은 약 6,000 unit/ml이었다. 이 외에도, 과당, 포도당, 설탕 및 전분 역시 섬유소 분해효소를 생산하기에 우수한 탄소원인 것으로 확인되었다. 1 unit은 섬유소를 가수분해하여 10분동안 1 μ mol의 환원당을 생산하는 효소의 양을 의미한다.

이상으로 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

발명의 효과

본 발명은 신규 미생물 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53 및 이를 이용한 섬유소 분해효소의 제조방법을 제공하는 효과가 있다. 본 발명에 따르면, 미강 또는 왕겨와 같은 농업 부산물을 탄소원으로 사용하여 섬유소 분해효소를 생산할 수 있으므로, 고가의 포도당 또는 설탕을 사용하여 섬유소 분해효소를 생산하는 기존의 방법에 비해 보다 저렴한 비용으로 섬유소 분해효소를 생산할 수 있고, 환경 오염의 원인 중 하나인 미강 및 왕겨를 섬유소 분해효소의 생산에 이용함으로써 환경오염을 감소시키는 친환경적인 섬유소 분해효소 생산 공정을 확립하는데 유용하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 해수에서 분리하여 배양한 후, 배양액을 원심분리하여 균체를 제거한 상등액을 페이퍼 디스크(paper disk)에 점적한 후, 점적한 페이퍼 디스크를 이용하여 검정한 섬유소 분해 능력을 비교하여 나타낸 것이다.

도 2는 16S rDNA 및 자이레이즈 A 유전자의 부분적인 염기서열을 결정한 것을 바탕으로 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53과 다른 균주들 간의 계통수를 나타낸 것이다.

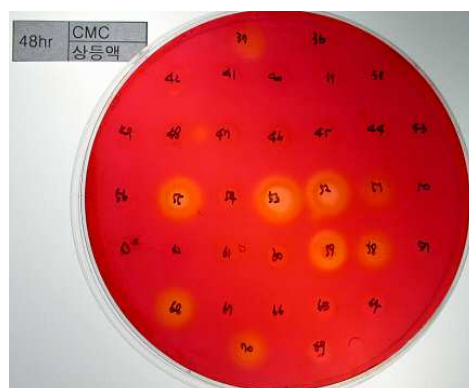
도 3은 탄소원의 종류에 따른 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53의 성장을 나타낸 것이다.

도 4는 탄소원의 종류에 따른 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53의 단백질 생산량을 나타낸 것이다.

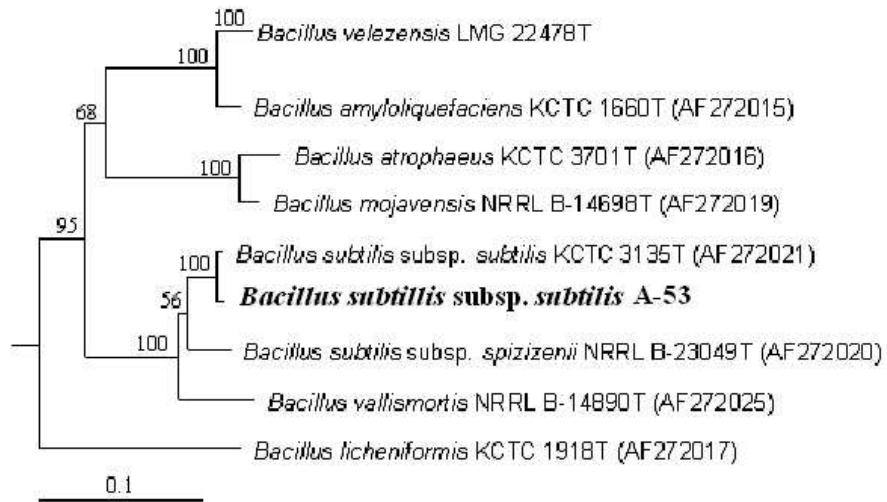
도 5는 탄소원의 종류에 따른 바실러스 서브틸리스 서브스페시스 서브틸리스 A-53의 섬유소 분해효소 활성을 나타낸 것이다.

도면

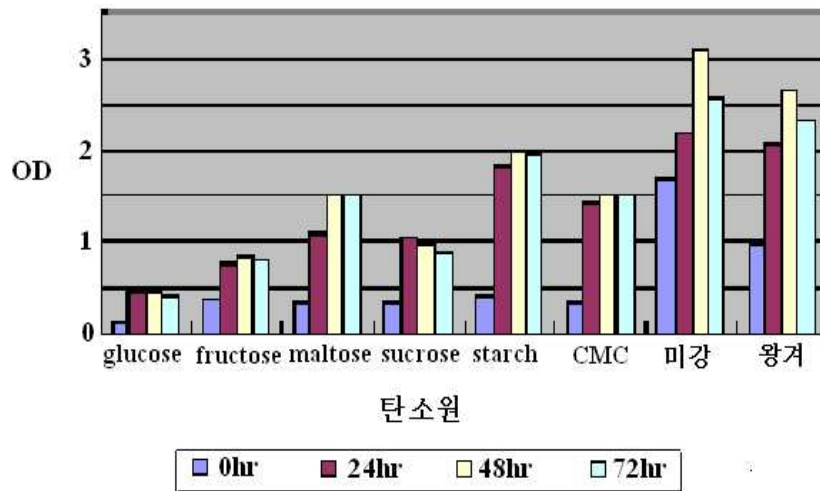
도면1



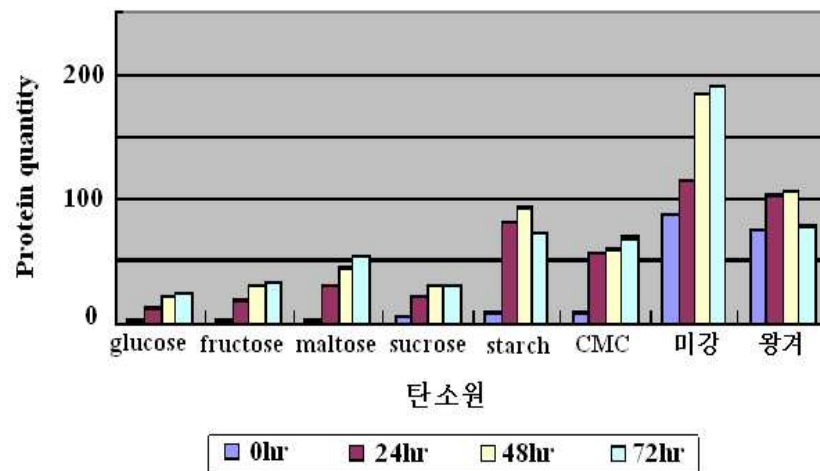
도면2



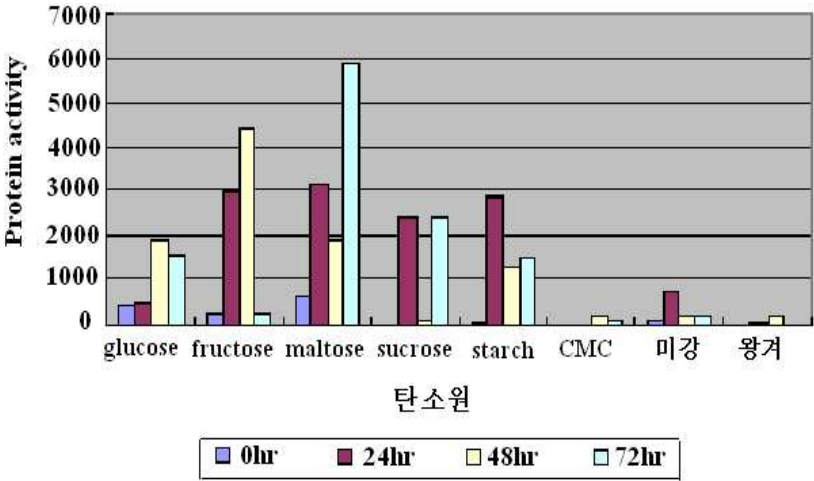
도면3



도면4



도면5



서열목록

서열목록 전자파일 첨부