

명세서

발명의 명칭: O-아세틸 호모세린 생산 미생물 및 이를 이용한 O-아세틸 호모세린 또는 L-메치오닌 생산 방법

기술분야

- [1] 본 출원은 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된 미생물; 이를 이용한 O-아세틸 호모세린 및 L-메치오닌의 생산방법; 상기 미생물을 포함하는 O-아세틸 호모세린 생산용 조성물; 및 상기 미생물의 O-아세틸 호모세린 또는 L-메치오닌 생산 용도에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] O-아세틸 호모세린(O-acetyl homoserine)은 생체 내 필수 아미노산의 한 종류인 메치오닌의 전구체로 작용한다. 메치오닌은, 생체 내 필수 아미노산의 한 종류로 사료 및 식품 첨가제뿐만 아니라 수액제, 의약품의 합성 원료로도 널리 사용되고 있다.
- [4] 메치오닌은 생물학적 합성과 화학 합성을 통해 생산된다. 이와 관련하여, 발효를 통해 생산한 L-메치오닌 전구체로부터 효소전환 반응에 의하여 L-메치오닌을 생산하는 이단계 공법(국제공개공보 WO2008/013432)이 공지되었다.

- [5] 상기의 이단계 공법에서는 메치오닌 전구체로 O-숙시닐 호모세린(O-succinyl homoserine)과 O-아세틸 호모세린(O-acetyl homoserine)이 사용될 수 있다. 이에 따라, 메치오닌의 경제적인 대량 생산을 위하여 O-아세틸 호모세린을 고수율로 생산하는 것이 매우 중요하다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명자들은 O-아세틸 호모세린을 생산하는 코리네박테리움 속 미생물 및 이를 이용한 O-아세틸 호모세린 또는 L-메치오닌 생산 방법을 개발하여 본 출원을 완성하였다.

[8]

과제 해결 수단

- [9] 본 출원의 하나의 목적은 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된, O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 코리네박테리움 속 미생물을 제공하는 것이다.
- [10] 본 출원의 다른 하나의 목적은 상기 미생물을 배지에서 배양하는 단계를 포함하는 O-아세틸 호모세린의 생산 방법을 제공하는 것이다.
- [11] 본 출원의 또 다른 하나의 목적은 상기 미생물을 배지에서 배양하는 단계를

포함하는 L-메치오닌의 생산 방법을 제공하는 것이다.

[12] 본 출원의 또 다른 하나의 목적은 상기 미생물을 포함하는 O-아세틸 호모세린 생산용 조성물을 제공하는 것이다.

[13]

[14] 본 출원의 또 다른 하나의 목적은 본 출원의 미생물의 O-아세틸 호모세린 또는 L-메치오닌 생산 용도를 제공하는 것이다.

[15]

발명의 효과

[16] 본 출원의 O-아세틸 호모세린을 생산하는 미생물은 O-아세틸 호모세린을 화학적 합성에 비해 환경친화적이면서도 고효율로 생산할 수 있다. 또한, 생산된 O-아세틸 호모세린은 O-아세틸 호모세린 설프하이드릴라아제에 의해 메치오닌과 아세트산 합성의 전구체로 사용하여 고효율로 L-메치오닌을 생물 전환할 수 있으며, 전환된 상기 L-메치오닌은 동물 사료 또는 동물 사료 첨가제뿐만 아니라 인간의 식품 또는 식품 첨가제의 생산에 널리 사용할 수 있다.

[17]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[18] 이를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 한편, 본 출원에서 개시된 각각의 설명 및 실시형태는 각각의 다른 설명 및 실시 형태에도 적용될 수 있다. 즉, 본 출원에서 개시된 다양한 요소들의 모든 조합이 본 출원의 범주에 속한다. 또한, 하기 기술된 구체적인 서술에 의하여 본 출원의 범주가 제한된다고 볼 수 없다.

[19] 또한, 본 명세서 전체에 걸쳐 다수의 논문 및 특허문헌이 참조되고 그 인용이 표시되어 있다. 인용된 논문 및 특허문헌의 개시 내용은 그 전체로서 본 명세서에 참조로 삽입되어 본 출원이 속하는 기술 분야의 수준 및 본 출원의 내용이 보다 명확하게 설명된다.

[20] 본 출원의 하나의 양태는 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된, O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 코리네박테리움 속 미생물을 제공한다.

[21] 본 출원에서 용어, "SIRT형 디아세틸레이즈(a sirtuin-type deacetylase)"는 시트루인(SIRT)형 탈아세틸화효소를 의미한다. 구체적으로, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈는 당업계에 공지되어 있으며, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈의 단백질 및 유전자 서열은 공지의 데이터베이스에서 얻을 수 있으며, 그 예로 NCBI의 GenBank 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 더욱 구체적으로, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈는 서열번호 1 또는 서열번호 2로 기재된 아미노산 서열을 가지거나 및/또는 포함하거나, 상기 아미노산 서열로 필수적으로 이루어지거나(essentially consisting of), 구성될 수 있다.

[22] 예를 들어, 상기 서열번호 1 또는 서열번호 2로 기재된 아미노산 서열로 이루어지는 단백질은 각각 공지의 NCgl0616 유전자 또는 NCgl0078 유전자에

의해 암호화되는 코리네박테리움 속 미생물에 내재적으로 존재하는 단백질을 의미할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 구체적으로는 코리네박테리움 속 미생물에 내재적으로 존재하는 서열번호 1 또는 서열번호 2의 아미노산 서열로 구성되는 SIRT형 디아세틸레이즈, 보다 구체적으로는, 각각 NCgl0616 유전자 또는 NCgl0078 유전자에 의해 암호화되는 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC 13032의 2가지 SIRT형 디아세틸레이즈 동족체(Megumi Nagano-Shoji et. al., *Molecular Microbiology*., 104(4):677-689, 2017)를 의미할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [23] 또한, 본 출원의 SIRT형 디아세틸레이즈는 상기 서열번호 1 또는 서열번호 2로 기재한 아미노산 서열뿐만 아니라, 서열번호 1 또는 서열번호 2와 적어도 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99%, 99.5%, 99.7% 또는 99.9% 이상의 상동성 또는 동일성을 가지는 아미노산 서열을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 상동성 또는 동일성을 가지며 본 출원의 SIRT형 디아세틸레이즈와 동일하거나 상응하는 생물학적 활성을 갖는 아미노산 서열이라면, 일부 서열이 결실, 변형, 치환, 보존적 치환 또는 부가된 아미노산 서열을 갖는 경우도 역시 본 출원의 범위 내에 포함됨은 자명하다.
- [24] 본 출원에서 '특정 서열번호로 기재된 아미노산 서열을 포함하는 폴리펩티드 또는 단백질', '특정 서열번호로 기재된 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드 또는 단백질' 또는 '특정 서열번호로 기재된 아미노산 서열을 갖는 폴리펩티드 또는 단백질'라고 기재되어 있더라도, 해당 서열번호의 아미노산 서열로 이루어진 폴리펩티드와 동일 혹은 상응하는 활성을 가지는 경우라면, 일부 서열이 결실, 변형, 치환, 보존적 치환 또는 부가된 아미노산 서열을 갖는 단백질도 본 출원에서 사용될 수 있음은 자명하다. 예를 들어, 상기 아미노산 서열 N-말단 그리고/또는 C-말단에 단백질의 기능을 변경하지 않는 서열 추가, 자연적으로 발생할 수 있는 돌연변이, 이의 잠재성 돌연변이 (silent mutation) 또는 보존적 치환을 가지는 경우이다.
- [25] 예를 들어, 상기 아미노산 서열 N-말단, C-말단 그리고/또는 내부에 본 출원의 SIRT형 디아세틸레이즈의 기능을 변경하지 않는 서열 추가 또는 결실, 자연적으로 발생할 수 있는 돌연변이, 잠재성 돌연변이(silent mutation) 또는 보존적 치환을 가지는 경우이다.
- [26] 본 출원에서 용어 "보존적 치환(conservative substitution)"은 한 아미노산을 유사한 구조적 및/또는 화학적 성질을 갖는 또 다른 아미노산으로 치환시키는 것을 의미한다. 이러한 아미노산 치환은 일반적으로 잔기의 극성, 전하, 용해도, 소수성, 친수성 및/또는 양친매성(amphipathic nature)에서의 유사성에 근거하여 발생할 수 있다. 예를 들면, 양으로 하전된 (염기성) 아미노산은 아르기닌, 라이신, 및 히스티딘을 포함하고; 음으로 하전된 (산성) 아미노산은 글루탐산 및 아스파테이트를 포함하고; 방향족 아미노산은 페닐알라닌, 트립토판 및 타이로신을 포함하고, 소수성 아미노산은 알라닌, 발린, 이소루신, 류신,

메치오닌, 페닐알라닌, 타이로신 및 트립토판을 포함한다. 또한, 아미노산은 전하를 띠는(electrically charged) 결사슬을 갖는 아미노산과 전하를 띠지 않는(uncharged) 결사슬을 갖는 아미노산으로 분류할 수 있으며, 전하를 띠는 결사슬을 갖는 아미노산은 아스파르트산, 글루탐산, 라이신, 아르기닌, 히스티딘을 포함하고, 전하를 띠지 않는 결사슬을 갖는 아미노산은 다시 비극성(nonpolar) 아미노산 또는 극성 아미노산(polar)으로 분류할 수 있으며, 비극성 아미노산은 글리신, 알라닌, 발린, 류신, 이소류신, 메치오닌, 페닐알라닌, 트립토판, 프롤린, 극성 아미노산은 세린, 트레오닌, 시스테인, 타이로신, 아스파라긴, 글루타민을 포함하는 것으로 분류할 수 있다. 통상적으로, 보존성 치환은 생성된 폴리펩티드의 활성에 거의 영향을 미치지 않거나 또는 영향을 미치지 않는다. 통상적으로, 보존적 치환은 단백질 또는 폴리펩티드의 활성에 거의 영향을 미치지 않거나 또는 영향을 미치지 않을 수 있다.

- [27] 또한, SIRT형 디아세틸레이즈는 폴리펩티드의 특성과 2차 구조에 최소한의 영향을 갖는 아미노산들의 결실 또는 부가를 포함할 수 있다. 예를 들면 폴리펩티드는 번역-동시에(co-translationally) 또는 번역-후에(post-translationally) 단백질의 이전(transfer)에 관여하는 단백질 N-말단의 시그널 (또는 리더)서열과 컨쥬게이트 할 수 있다. 또한 상기 폴리펩티드는 폴리펩티드를 확인, 정제, 또는 합성할 수 있도록 다른 서열 또는 링커와 컨쥬게이트 될 수 있다.
- [28] 본 출원에서 용어, '상동성(homology)' 또는 '동일성(identity)'은 두 개의 주어진 아미노산 서열 또는 염기 서열 상호간 유사한 정도를 의미하며 백분율로 표시될 수 있다. 용어 상동성 및 동일성은 종종 상호교환적으로 이용될 수 있다.
- [29] 보존된(conserved) 폴리뉴클레오티드 또는 폴리펩티드의 서열 상동성 또는 동일성은 표준 배열 알고리즘에 의해 결정되며, 사용되는 프로그램에 의해 확립된 디폴트 갭 페널티가 함께 이용될 수 있다. 실질적으로, 상동성을 갖거나(homologous) 또는 동일한(identical) 서열은 일반적으로 서열 전체 또는 일부분과 중간 또는 높은 엄격한 조건(stringent conditions)에서 하이브리드할 수 있다. 하이브리드화는 폴리뉴클레오티드에서 일반 코돈 또는 코돈 축퇴성을 고려한 코돈을 함유하는 폴리뉴클레오티드와의 하이브리드화 역시 포함됨이 자명하다.
- [30] 임의의 두 폴리뉴클레오티드 또는 폴리펩티드 서열이 상동성, 유사성 또는 동일성을 갖는지 여부는, 예를 들어, Pearson et al (1988) [Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85]: 2444에서와 같은 디폴트 파라미터를 이용하여 "FASTA" 프로그램과 같은 공지의 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 결정될 수 있다. 또는, EMBOSS 패키지의 니들만 프로그램(EMBOSS: The European Molecular Biology Open Software Suite, Rice et al., 2000, Trends Genet. 16: 276-277)(버전 5.0.0 또는 이후 버전)에서 수행되는 바와 같은, 니들만-운치(Needleman-Wunsch) 알고리즘(Needleman and Wunsch, 1970, J. Mol. Biol. 48: 443-453)이 사용되어 결정될 수 있다(GCG 프로그램 패키지(Devereux, J., et al, Nucleic Acids Research

- 12: 387(1984)), BLASTP, BLASTN, FASTA(Atschul, [S.] [F.], [ET AL, J MOLEC BIOL 215]: 403 (1990); Guide to Huge Computers, Martin J. Bishop, [ED.], Academic Press, San Diego, 1994, 및 [CARILLO ET AL.](1988) SIAM J Applied Math 48: 1073을 포함한다). 예를 들어, 국립 생물공학 정보 데이터베이스 센터의 BLAST, 또는 ClustalW를 이용하여 상동성, 유사성 또는 동일성을 결정할 수 있다.
- [31] 폴리뉴클레오티드 또는 폴리펩티드의 상동성, 유사성 또는 동일성은, 예를 들어, Smith and Waterman, Adv. Appl. Math(1981) 2:482에 공지된 대로, 예를 들면, Needleman et al.(1970), J Mol Biol. 48:443과 같은 GAP 컴퓨터 프로그램을 이용하여 서열 정보를 비교함으로써 결정될 수 있다. 요약하면, GAP 프로그램은 두 서열 중 더 짧은 것에서의 기호의 전체 수로, 유사한 배열된 기호(즉, 뉴클레오티드 또는 아미노산)의 수를 나눈 값으로 정의할 수 있다. GAP 프로그램을 위한 디폴트 파라미터는 (1) 이진법 비교 매트릭스(동일성을 위해 1 그리고 비-동일성을 위해 0의 값을 함유함) 및 Schwartz and Dayhoff, eds., Atlas Of Protein Sequence And Structure, National Biomedical Research Foundation, pp. 353-358(1979)에 의해 개시된 대로, Gribskov et al(1986) Nucl. Acids Res. 14: 6745의 가중된 비교 매트릭스(또는 EDNAFULL (NCBI NUC4.4의 EMBOSS 버전) 치환 매트릭스); (2) 각 갭을 위한 3.0의 페널티 및 각 갭에서 각 기호를 위한 추가의 0.10 페널티(또는 갭 개방 페널티 10, 갭 연장 페널티 0.5); 및 (3) 말단 갭을 위한 무 페널티를 포함할 수 있다.
- [32] 본 출원에서, 용어 "상응하는(corresponding to)"은, 폴리펩티드에서 열거되는 위치의 아미노산 잔기이거나, 또는 폴리펩티드에서 열거되는 잔기와 유사하거나 동일하거나 상동한 아미노산 잔기를 지칭한다. 상응하는 위치의 아미노산을 확인하는 것은 특정 서열을 참조하는 서열의 특정 아미노산을 결정하는 것일 수 있다. 본 출원에 사용된 "상응 영역"은 일반적으로 관련 단백질 또는 참조(reference) 단백질에서의 유사하거나 대응되는 위치를 지칭한다.
- [33] 예를 들어, 임의의 아미노산 서열을 서열번호 1과 정렬(align)하고, 이를 토대로 상기 아미노산 서열의 각 아미노산 잔기는 서열번호 1의 아미노산 잔기와 상응하는 아미노산 잔기의 숫자 위치를 참조하여 넘버링 할 수 있다. 예를 들어, 본 출원에 기재된 것과 같은 서열 정렬 알고리즘은, 쿼리 시퀀스("참조 서열"이라고도 함)와 비교하여 아미노산의 위치, 또는 치환, 삽입 또는 결실 등의 변형이 발생하는 위치를 확인할 수 있다.
- [34] 이러한 정렬에는 예를 들어 Needleman-Wunsch 알고리즘(Needleman 및 Wunsch, 1970, J. Mol. Biol. 48: 443-453), EMBOSS 패키지의 Needleman 프로그램(EMBOSS: The European Molecular Biology Open Software Suite, Rice et al., 2000), Trends Genet. 16: 276-277) 등을 이용할 수 있으나, 이에 제한되지 않고 당업계에 알려진 서열 정렬 프로그램, 쌍 서열(pairwise sequence) 비교 알고리즘 등을 적절히 사용할 수 있다.
- [35]

- [36] 본 출원에서 용어, "O-아세틸 호모세린"은 미생물의 메치오닌 생합성 경로상의 특이적 중간체 물질로, L-호모세린의 아세틸-유도체를 의미한다. 상기 O-아세틸 호모세린은 호모세린과 아세틸-CoA를 기질로 하여 아세틸-CoA의 아세틸기를 호모세린에 전이하는 효소 활성화에 의하여 생성될 수 있다.
- [37] 본 출원에서 용어, "미생물(또는, 균주)"은 야생형 미생물이나 자연적 또는 인위적으로 유전적 변형이 일어난 미생물을 모두 포함하며, 외부 유전자가 삽입되거나 내재적 유전자의 활성이 강화되거나 불활성화되는 등의 원인으로 인해서 특정 기작이 약화되거나 강화된 미생물로서, 목적하는 폴리펩티드, 단백질 또는 산물의 생산을 위하여 유전적 변형(modification)을 포함하는 미생물일 수 있다.
- [38] 본 출원에서 용어, "O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물"은 O-아세틸 호모세린을 생물체 내에서 생산할 수 있는 원핵 또는 진핵 미생물 균주로서, O-아세틸 호모세린 생산능이 없는 모균주에 O-아세틸 호모세린의 생산능이 부여된 미생물, 또는 내재적으로 O-아세틸 호모세린 생산능을 갖는 미생물을 포함한다. O-아세틸 호모세린 생산 능력은 종 개량에 의해 부여되거나 증진될 수 있다. 상기 O-아세틸 호모세린 생산능을 갖는 미생물은 L-라이신, L-트레오닌, L-이소류신 또는 L-메치오닌을 생산하는 균주, 또는 이의 유래일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [39] 본 출원의 목적상, 상기 O-아세틸 호모세린을 생산하는 미생물은 상기 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질의 활성이 내재적 활성화에 비해 약화되어, 목적하는 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 것을 특징으로 하며, 유전적으로 변형된 미생물 또는 재조합 미생물일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 구체적으로, 상기 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 재조합 균주는, 천연의 야생형 미생물 또는 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질의 내재적 활성을 가지는 비변형 미생물에 비하여 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 미생물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [40] 예를 들어, 상기 O-아세틸 호모세린을 생산하는 미생물은 서열번호 1 또는 서열번호 2의 아미노산 서열로 이루어지는 단백질, 또는 서열번호 1 또는 서열번호 2와 적어도 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99%, 99.5%, 99.7% 또는 99.9% 이상의 상동성 또는 동일성을 가지는 아미노산 서열로 이루어지는 단백질을 내재적으로 포함하는 미생물일 수 있다.
- [41] 예를 들어, 상기 O-아세틸 호모세린을 생산하는 미생물은 상기 서열번호 1 또는 서열번호 2와 적어도 80% 상동성을 갖는 아미노산 서열을 포함하는 단백질을 암호화할 수 있는 폴리뉴클레오티드 서열, 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기서열, 또는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 서열과 상동성 또는 동일성이 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96%

이상, 97% 이상, 98% 이상, 및 100% 미만인 염기서열을 내재적으로 포함하는 미생물일 수 있다.

- [42] 일 예로, 상기 생산능이 증가된 미생물은 변이 전 모균주 또는 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질의 내재적 활성을 가지는 비변형 미생물의 O-아세틸 호모세린 생산능에 비하여 약 1% 이상, 구체적으로는 약 1% 이상, 약 5% 이상, 약 10% 이상, 약 15% 이상, 약 20% 이상, 약 21% 이상, 약 22% 이상, 약 23% 이상, 약 24% 이상, 약 25% 이상, 약 26% 이상, 약 27% 이상, 약 28% 이상, 약 29% 이상, 약 30% 이상, 약 31% 이상, 약 32% 이상, 약 33% 이상, 약 34% 이상 또는 약 35% 이상 (상한값은 특별한 제한은 없으며, 예컨대, 약 100% 이하, 약 50% 이하, 약 45% 이하 또는 약 40% 이하일 수 있음) 증가된 것일 수 있으나, 변이 전 모균주 또는 비변형 미생물의 생산능에 비해 +값의 증가량을 갖는 한, 이에 제한되지 않는다. 다른 예에서, 상기 생산능이 증가된 재조합 균주는 변이 전 모균주 또는 비변형 미생물에 비하여, O-아세틸 호모세린 생산능이 약 1.1배 이상, 약 1.2배 이상, 약 1.21배 이상, 약 1.22배 이상, 약 1.23배 이상, 약 1.24배 이상, 약 1.25배 이상, 약 1.26배 이상, 약 1.27배 이상, 약 1.28배 이상, 약 1.29배 이상, 약 1.30배 이상, 약 1.31배 이상, 약 1.32배 이상, 약 1.33배 이상, 약 1.34배 이상 또는 약 1.35배 이상 (상한값은 특별한 제한은 없으며, 예컨대, 약 10배 이하, 약 5배 이하, 약 3배 이하, 약 2배 이하, 약 1.5배 이하 또는 약 1.4배 이하일 수 있음) 증가된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [43] 본 출원에서 용어, "비변형 미생물"은 미생물에 자연적으로 발생할 수 있는 돌연변이를 포함하는 균주를 제외하는 것이 아니며, 야생형 균주 또는 천연형 균주 자체이거나, 자연적 또는 인위적 요인에 의한 유전적 변이로 형질이 변화되기 전 균주를 의미할 수 있다. 예를 들어, 상기 비변형 미생물은 본 명세서에 기재된 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 내재적 활성에 비해 약화되지 않거나 약화되기 전의 균주를 의미할 수 있다. 상기 "비변형 미생물"은 "변형 전 균주", "변형 전 미생물", "비변이 균주", "비변형 균주", "비변이 미생물" 또는 "기준 미생물"과 혼용될 수 있다.
- [44] 상기 O-아세틸 호모세린 생산능을 갖는 미생물은, 원핵세포 또는 진핵세포 모두 가능하나, 구체적으로 원핵세포일 수 있다. 상기 원핵세포는, 일 예로 에스케리치아 속(*Escherichiasp.*), 어위니아 속(*Erwiniasp.*), 세라티아 속(*Serratia sp.*), 프로비덴시아 속(*Providenciasp.*), 코리네박테리움 속(*Corynebacteriasp.*), 슈도모나스 속(*Pseudomonassp.*), 렙토스피라 속(*Leptospira*), 살모넬라 속(*Salmonellasp.*), 브레비박테리아 속(*Brevibacteriasp.*), 하이포모나스 속(*Hypomononassp.*), 크로모박테리움 속(*Chromobacteriumsp.*) 및 노카디아 속(*Norcardiasp.*), 또는 곰팡이류(fungi) 또는 효모류(yeast)에 속하는 미생물 균주가 포함될 수 있다. 구체적으로는, 에스케리치아 속, 코리네박테리움 속, 렙토스피라 속의 미생물 균주와 효모이다. 더욱 구체적으로는, 코리네박테리움(*Corynebacterium*) 속 미생물 균주일 수 있다.

- [45] 본 출원에서 "코리네박테리움 속 미생물"은 모든 코리네박테리움 속 미생물을 포함할 수 있다. 구체적으로, 코리네박테리움 글루타미쿰(*Corynebacterium glutamicum*), 코리네박테리움 크루디락티스(*Corynebacterium crudilactis*), 코리네박테리움 데세르티(*Corynebacterium deserti*), 코리네박테리움 이피시엔스(*Corynebacterium efficiens*), 코리네박테리움 칼루네(*Corynebacterium callunae*), 코리네박테리움 스테이션리스(*Corynebacterium stationis*), 코리네박테리움 싱굴라레(*Corynebacterium singulare*), 코리네박테리움 할로톨레란스(*Corynebacterium halotolerans*), 코리네박테리움 스트리아툼(*Corynebacterium striatum*), 코리네박테리움 암모니아게네스(*Corynebacterium ammoniagenes*), 코리네박테리움 폴루티솔리(*Corynebacterium pollutisoli*), 코리네박테리움 이미탄스(*Corynebacterium imitans*), 코리네박테리움 테스투디노리스(*Corynebacterium testudinoris*) 또는 코리네박테리움 플라베스센스(*Corynebacterium flavescens*)일 수 있고, 더욱 구체적으로 코리네박테리움 글루타미쿰일 수 있다.
- [46] 상기 비변형 미생물은 서열번호 1 또는 서열번호 2로 이루어진 아미노산 서열; 또는 서열번호 29 또는 서열번호 30로 이루어진 폴리뉴클레오티드;를 포함하는 미생물일 수 있다.
- [47] 한편, 코리네박테리움 속 미생물이 O-아세틸 호모세린을 생산할 수 있음은 이미 알려져 있었으나, 이의 생산능이 현저히 낮으며 생산 기작에 작용하는 유전자나 기작 원리가 모두 밝혀지지 않은 상태이다. 따라서, 본 출원의 O-아세틸 호모세린을 생산하는 코리네박테리움 속 미생물은 천연의 야생형 미생물 자체, O-아세틸 호모세린 생산 기작과 관련된 유전자의 활성을 강화시키거나 약화시켜 향상된 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지게 된 코리네박테리움 속 미생물, 또는 외부 유전자의 활성을 도입 또는 강화시켜 향상된 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지게 된 코리네박테리움 속 미생물을 모두 포함한다.
- [48]
- [49] 본 출원에서 용어, 폴리펩티드 활성의 "약화"는 내재적 활성에 비하여 활성이 감소되거나 또는 활성이 없는 것을 모두 포함하는 개념이다. 상기 약화는 불활성화(inactivation), 결핍(deficiency), 하향조절(down-regulation), 감소(decrease), 저하(reduce), 감쇠(attenuation) 등의 용어와 혼용될 수 있다.
- [50] 구체적으로, 상기 약화는 불활성화일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 불활성화는 단백질의 발현이 모균주 또는 서열번호 1 또는 서열번호 2의 아미노산 서열로 이루어진 단백질이 비변형된 균주에 비하여 전혀 발현이 되지 않거나 또는 발현이 되더라도 그 활성이 없거나 감소된 것을 의미할 수 있다.
- [51] 상기 약화는 상기 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 변이 등으로 폴리펩티드 자체의 활성이 본래 미생물이 가지고 있는 폴리펩티드의 활성에 비해 감소 또는 제거된 경우, 이를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 유전자의 발현

저해 또는 폴리펩티드로의 번역(translation) 저해 등으로 세포 내에서 전체적인 폴리펩티드 활성 정도 및/또는 농도(발현량)가 천연형 균주에 비하여 낮은 경우, 상기 폴리뉴클레오티드의 발현이 전혀 이루어지지 않은 경우, 및/또는 폴리뉴클레오티드의 발현이 되더라도 폴리펩티드의 활성이 없는 경우 역시 포함할 수 있다.

- [52] 상기 "내재적 활성"은 자연적 또는 인위적 요인에 의한 유전적 변이로 형질이 변화하는 경우, 형질 변화 전 모균주, 야생형 또는 비변형 미생물이 본래 가지고 있던 특정 폴리펩티드의 활성을 의미한다. 이는 "변형 전 활성"과 혼용되어 사용될 수 있다. 폴리펩티드의 활성이 내재적 활성에 비하여 "불활성화, 결핍, 감소, 하향조절, 저하, 감쇠"한다는 것은, 형질 변화 전 모균주 또는 비변형 미생물이 본래 가지고 있던 특정 폴리펩티드의 활성에 비하여 낮아진 것을 의미한다.
- [53] 이러한 폴리펩티드의 활성의 약화는, 당업계에 알려진 임의의 방법에 의하여 수행될 수 있으나 이로 제한되는 것은 아니며, 당해 분야에 잘 알려진 다양한 방법의 적용으로 달성될 수 있다(예컨대, Nakashima N et al., Bacterial cellular engineering by genome editing and gene silencing. Int J Mol Sci. 2014;15(2):2773-2793, Sambrook et al. Molecular Cloning 2012 등).
- [54]
- [55] 구체적으로, 본 출원의 폴리펩티드 활성의 약화는
- [56] 1) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 전체 또는 일부의 결손;
- [57] 2) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자의 발현이 감소하도록 발현조절영역(또는 발현조절서열)의 변형;
- [58] 3) 폴리펩티드의 활성이 제거 또는 약화되도록 상기 폴리펩티드를 구성하는 아미노산 서열의 변형(예컨대, 아미노산 서열 상의 1 이상의 아미노산의 삭제/치환/부가);
- [59] 4) 폴리펩티드의 활성이 제거 또는 약화되도록 상기 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 서열의 변형 (예를 들어, 폴리펩티드의 활성이 제거 또는 약화되도록 변형된 폴리펩티드를 코딩하도록 상기 폴리펩티드 유전자의 핵산염기 서열 상의 1 이상의 핵산염기의 삭제/치환/부가);
- [60] 5) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 전사체의 개시코돈 또는 5'-UTR 지역을 코딩하는 염기서열의 변형;
- [61] 6) 폴리펩티드를 코딩하는 상기 유전자의 전사체에 상보적으로 결합하는 안티센스 올리고뉴클레오티드(예컨대, 안티센스 RNA)의 도입;
- [62] 7) 리보솜(ribosome)의 부착이 불가능한 2차 구조물을 형성시키기 위하여 폴리펩티드를 코딩하는 유전자의 사인-달가르노(Shine-Dalgarno) 서열 앞단에 사인-달가르노 서열과 상보적인 서열의 부가;
- [63] 8) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 서열의 ORF(open reading frame)의 3' 말단에 반대 방향으로 전사되는 프로모터의 부가(Reverse transcription engineering, RTE);

또는

- [64] 9) 상기 1) 내지 8) 중 선택된 2 이상의 조합일 수 있으나, 이에, 특별히 제한되는 것은 아니다.
- [65] 예컨대,
- [66] 상기 1) 폴리펩티드를 코딩하는 상기 유전자 일부 또는 전체의 결손은, 염색체 내 내재적 목적 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드 전체의 제거, 일부 뉴클레오티드가 결실된 폴리뉴클레오티드로의 교체 또는 마커 유전자로 교체일 수 있다.
- [67] 또한, 상기 2) 발현조절영역(또는 발현조절서열)의 변형은, 결실, 삽입, 비보존적 또는 보존적 치환 또는 이들의 조합으로 발현조절영역(또는 발현조절서열) 상의 변이 발생, 또는 더욱 약한 활성을 갖는 서열로의 교체일 수 있다. 상기 발현조절영역에는 프로모터, 오퍼레이터 서열, 리보솜 결합부위를 코딩하는 서열, 및 전사와 해독의 종결을 조절하는 서열을 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [68] 또한, 상기 3) 및 4)의 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오티드 서열의 변형은 폴리펩티드의 활성을 약화하도록 상기 폴리펩티드의 아미노산 서열 또는 상기 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드 서열을 결실, 삽입, 비보존적 또는 보존적 치환 또는 이들의 조합으로 서열상의 변이 발생, 또는 더욱 약한 활성을 갖도록 개량된 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오티드 서열 또는 활성이 없도록 개량된 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오티드 서열로의 교체일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 폴리뉴클레오티드 서열 내 변이를 도입하여 종결 코돈을 형성시킴으로써, 유전자의 발현을 저해하거나 약화시킬 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [69] 또한, 상기 5) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 전사체의 개시코돈 또는 5'-UTR 지역을 코딩하는 염기서열 변형은, 예를 들면, 내재적 개시코돈에 비해 폴리펩티드 발현율이 더 낮은 다른 개시코돈을 코딩하는 염기서열로 치환하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [70] 상기 6) 폴리펩티드를 코딩하는 상기 유전자의 전사체에 상보적으로 결합하는 안티센스 올리고뉴클레오티드(예컨대, 안티센스 RNA)의 도입은 예를 들어 문헌 [Weintraub, H. et al., Antisense-RNA as a molecular tool for genetic analysis, Reviews - Trends in Genetics, Vol. 1(1) 1986]을 참고할 수 있다.
- [71] 상기 7) 리보솜(ribosome)의 부착이 불가능한 2차 구조물을 형성시키기 위하여 폴리펩티드를 코딩하는 유전자의 사인-달가르노(Shine-Dalgarno) 서열 앞단에 사인-달가르노 서열과 상보적인 서열의 부가는 mRNA 번역을 불가능하게 하거나 속도를 저하시키는 것일 수 있다.
- [72] 상기 8) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자서열의 ORF(open reading frame)의 3' 말단에 반대 방향으로 전사되는 프로모터의 부가(Reverse transcription engineering, RTE)는 상기 폴리펩티드를 코딩하는 유전자의 전사체에 상보적인

안티센스 뉴클레오티드를 만들어 활성을 약화하는 것일 수 있다.

- [73] 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 불활성화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [74] 구체적으로, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성을 불활성화시키기 위해 단백질을 암호화하는 상기 유전자의 일부 또는 전체를 결실하는 방법을 사용할 수 있다. 구체적으로, 미생물 내 염색체 삽입용 벡터를 통해 염색체 내 내재적 목적 단백질을 암호화하는 폴리뉴클레오티드를 일부 뉴클레오티드 서열이 결실된 폴리뉴클레오티드 또는 마커 유전자로 교체함으로써 수행될 수 있다. 이러한 폴리뉴클레오티드의 일부 또는 전체를 결실하는 방법의 일례로 상동 재조합에 의하여 폴리뉴클레오티드를 결실시키는 방법을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또 다른 예로, 상기 유전자의 일부 또는 전체를 결손시키는 방법은 자외선과 같은 빛 또는 화학물질을 이용하여 돌연변이를 유발하고, 얻어진 돌연변이체로부터 목적 유전자가 결손된 균주를 선별하여 수행될 수 있다.
- [75] 상기 유전자 결손 방법에는 유전자 재조합 기술(Genetic recombination technique)에 의한 방법이 포함된다. 예를 들면, 목적 유전자와 상동성이 있는 폴리뉴클레오티드 서열을 포함하는 폴리뉴클레오티드 서열 또는 벡터를 상기 미생물에 주입하여 상동 재조합(homologous recombination)이 일어나게 함으로써 이루어질 수 있다. 또한, 상기 주입되는 폴리뉴클레오티드 서열 또는 벡터에는 우성 선별 마커를 포함할 수 있다. 그러나 이에 제한되는 것은 아니다.
- [76]
- [77] 본 출원에서 용어, "폴리뉴클레오티드"는 뉴클레오티드 단위체(monomer)가 공유결합에 의해 길게 사슬모양으로 이어진 뉴클레오티드의 중합체(polymer)로 일정한 길이 이상의 DNA 또는 RNA 가닥으로서, 보다 구체적으로는 상기 변이체를 코딩하는 폴리뉴클레오티드 단편을 의미한다.
- [78] 본 출원에서 상기 SIRT형 디아세틸레이즈는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 폴리뉴클레오티드 서열을 포함하는 유전자에 의해 암호화되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 더욱 구체적으로, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 폴리뉴클레오티드 서열을 가지거나 및/또는 포함하거나, 상기 폴리뉴클레오티드 서열로 필수적으로 이루어지거나(essentially consisting of), 구성되는 유전자에 의해 암호화되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기 서열은 공지의 데이터베이스에서 얻을 수 있으며, 그 예로 NCBI의 GenBank 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [79] 본 출원에서, 상기 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기 서열을 포함하는 유전자는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기 서열을 포함하는 폴리뉴클레오티드, 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기 서열을 가지는 유전자

또는 폴리뉴클레오티드, 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기 서열로 이루어지는 유전자 또는 폴리뉴클레오티드와 혼용하여 사용될 수 있다.

- [80] 본 출원의 폴리뉴클레오티드는 코돈의 축퇴성(degeneracy) 또는 본 출원의 변이체를 발현시키고자 하는 생물에서 선호되는 코돈을 고려하여, 본 출원의 변이체의 아미노산 서열을 변화시키지 않는 범위 내에서 코딩 영역에 다양한 변형이 이루어질 수 있다. 구체적으로, 본 출원의 폴리뉴클레오티드는 상기 서열번호 1 또는 서열번호 2와 적어도 80% 상동성을 갖는 아미노산 서열을 포함하는 단백질을 암호화할 수 있는 폴리뉴클레오티드 서열이면 본 출원의 범주에 포함되며, 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기서열 또는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 서열과 상동성 또는 동일성이 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상, 및 100% 미만인 염기서열을 가지거나 포함하거나, 또는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 염기서열 또는 서열번호 29 또는 서열번호 30의 서열과 상동성 또는 동일성이 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상, 및 100% 미만인 염기서열로 이루어지거나 필수적으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [81] 또한, 본 출원의 폴리뉴클레오티드는 공지의 유전자 서열로부터 제조될 수 있는 프로브, 예를 들면, 본 출원의 폴리뉴클레오티드 서열의 전체 또는 일부에 대한 상보 서열과 엄격한 조건 하에 하이브리드화할 수 있는 서열이라면 제한없이 포함될 수 있다. 상기 "엄격한 조건(stringent condition)"이란 폴리뉴클레오티드 간의 특이적 혼성화를 가능하게 하는 조건을 의미한다. 이러한 조건은 문헌(J. Sambrook et al., Molecular Cloning, A Laboratory Manual, 2nd Edition, Cold Spring Harbor Laboratory press, Cold Spring Harbor, New York, 1989; F.M. Ausubel et al., Current Protocols in Molecular Biology, John Wiley & Sons, Inc., New York, 9.50-9.51, 11.7-11.8 참조)에 구체적으로 기재되어 있다. 예를 들어, 상동성 또는 동일성이 높은 폴리뉴클레오티드끼리, 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상, 또는 99% 이상의 상동성 또는 동일성을 갖는 폴리뉴클레오티드끼리 하이브리드화하고, 그보다 상동성 또는 동일성이 낮은 폴리뉴클레오티드끼리 하이브리드화하지 않는 조건, 또는 통상의 써던 하이브리드화(southern hybridization)의 세척 조건인 60°C, 1XSSC, 0.1% SDS, 구체적으로 60°C, 0.1XSSC, 0.1% SDS, 보다 구체적으로 68°C, 0.1XSSC, 0.1% SDS에 상당하는 염 농도 및 온도에서, 1회, 구체적으로 2회 내지 3회 세정하는 조건을 열거할 수 있다.
- [82] 혼성화는 비록 혼성화의 엄격도에 따라 염기 간의 미스매치(mismatch)가 가능할지라도, 두 개의 핵산이 상보적 서열을 가질 것을 요구한다. 용어, "상보적"은 서로 혼성화가 가능한 뉴클레오티드 염기 간의 관계를 기술하는데 사용된다. 예를 들면, DNA에 관하여, 아데닌은 티민에 상보적이며 시토신은 구아닌에 상보적이다. 따라서, 본 출원의 폴리뉴클레오티드는 또한 실질적으로

유사한 핵산 서열뿐만 아니라 전체 서열에 상보적인 단리된 핵산 단편을 포함할 수 있다.

- [83] 구체적으로, 본 출원의 폴리뉴클레오티드와 상동성 또는 동일성을 가지는 폴리뉴클레오티드는 55°C의 T_m 값에서 혼성화 단계를 포함하는 혼성화 조건을 사용하고 상술한 조건을 사용하여 탐지할 수 있다. 또한, 상기 T_m 값은 60°C, 63°C 또는 65°C일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고 그 목적에 따라 당업자에 의해 적절히 조절될 수 있다.
- [84] 상기 폴리뉴클레오티드를 혼성화하는 적절한 엄격도는 폴리뉴클레오티드의 길이 및 상보성 정도에 의존하고 변수는 해당기술분야에 잘 알려져 있다(예컨대, J. Sambrook et al., 상동).
- [85]
- [86] 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 불활성화된 미생물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [87] 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 SIRT형 디아세틸레이즈를 코딩하는 폴리뉴클레오티드가 결손된 미생물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 더욱 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 서열번호 29 또는 서열번호 30의 핵산 염기서열이 결손된 미생물일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [88]
- [89] 본 출원의 목적상, 상기 미생물은 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질을 숙주 세포에서 불활성화시키기 위한 발현 벡터를 포함함으로써, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 불활성화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [90] 본 출원의 벡터는 적합한 숙주 내에서 목적 폴리펩티드를 발현시킬 수 있도록 적합한 발현조절영역(또는 발현조절서열)에 작동 가능하게 연결된 상기 목적 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 염기서열을 포함하는 DNA 제조물을 포함할 수 있다. 상기 발현조절영역은 전사를 개시할 수 있는 프로모터, 그러한 전사를 조절하기 위한 임의의 오퍼레이터 서열, 적합한 mRNA 리보솜 결합부위를 코딩하는 서열, 및 전사 및 해독의 종결을 조절하는 서열을 포함할 수 있다. 벡터는 적당한 숙주세포 내로 형질전환된 후, 숙주 게놈과 무관하게 복제되거나 기능할 수 있으며, 게놈 그 자체에 통합될 수 있다.
- [91] 본 출원에서 사용되는 벡터는 특별히 한정되지 않으며, 당업계에 알려진 임의의 벡터를 이용할 수 있다. 통상 사용되는 벡터의 예로는 천연 상태이거나 재조합된 상태의 플라스미드, 코스미드, 바이러스 및 박테리오파지를 들 수 있다. 예를 들어, 파지 벡터 또는 코스미드 벡터로서 pWE15, M13, MBL3, MBL4, IXII, ASHII, APII, t10, t11, Charon4A, 및 Charon21A 등을 사용할 수 있으며, 플라스미드 벡터로서 pDZ계, pBR계, pUC계, pBluescriptII계, pGEM계, pTZ계,

pCL계, pSK계, pSKH계 및 pET계 등을 사용할 수 있다. 구체적으로는 pDZ, pDC, pDCM2, pACYC177, pACYC184, pCL, pSK, pSKH130, pECCG117, pUC19, pBR322, pMW118, pCC1BAC 벡터 등을 사용할 수 있다.

[92] 일례로 세포 내 염색체 삽입용 벡터를 통해 목적 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드를 염색체 내로 삽입할 수 있다. 상기 폴리뉴클레오티드의 염색체 내로의 삽입은 당업계 알려진 임의의 방법, 예를 들면, 상동재조합(homologous recombination)에 의하여 이루어질 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 상기 염색체 삽입 여부를 확인하기 위한 선별 마커(selection marker)를 추가로 포함할 수 있다. 상기 선별 마커는 벡터로 형질전환된 세포를 선별, 즉 목적 핵산 분자의 삽입 여부를 확인하기 위한 것으로, 약물 내성, 영양 요구성, 세포 독성제에 대한 내성 또는 표면 폴리펩티드의 발현과 같은 선택가능 표현형을 부여하는 마커들이 사용될 수 있다. 선택제(selective agent)가 처리된 환경에서는 선별 마커를 발현하는 세포만 생존하거나 다른 표현 형질을 나타내므로, 형질전환된 세포를 선별할 수 있다.

[93] 본 출원에서 용어 "형질전환"은 표적 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드를 포함하는 벡터를 숙주세포 혹은 미생물 내에 도입하여 숙주세포 내에서 상기 폴리뉴클레오티드가 코딩하는 폴리펩티드가 발현할 수 있도록 하는 것을 의미한다. 형질전환된 폴리뉴클레오티드는 숙주세포 내에서 발현될 수 있지만 한다면, 숙주세포의 염색체 내에 삽입되어 위치하거나 염색체 외에 위치하거나 상관없이 이들 모두를 포함할 수 있다. 또한, 상기 폴리뉴클레오티드는 목적 폴리펩티드를 코딩하는 DNA 및/또는 RNA를 포함한다. 상기 폴리뉴클레오티드는 숙주세포 내로 도입되어 발현될 수 있는 것이면, 어떠한 형태로도 도입될 수 있다. 예를 들면, 상기 폴리뉴클레오티드는 자체적으로 발현되는데 필요한 모든 요소를 포함하는 유전자 구조체인 발현 카세트(expression cassette)의 형태로 숙주세포에 도입될 수 있다. 상기 발현 카세트는 통상 상기 폴리뉴클레오티드에 작동 가능하게 연결되어 있는 프로모터(promoter), 전사 종결신호, 리보솜 결합부위 및 번역 종결신호를 포함할 수 있다. 상기 발현 카세트는 자체 복제가 가능한 발현 벡터 형태일 수 있다. 또한, 상기 폴리뉴클레오티드는 그 자체의 형태로 숙주세포에 도입되어 숙주세포에서 발현에 필요한 서열과 작동 가능하게 연결되어 있는 것일 수도 있으며, 이에 제한되지 않는다.

[94] 또한, 상기에서 용어 "작동 가능하게 연결"된 것이란 본 출원의 목적 변이체를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 전사를 개시 및 매개하도록 하는 프로모터 서열과 상기 폴리뉴클레오티드 서열이 기능적으로 연결되어 있는 것을 의미한다.

[95]

[96] 본 출원의 미생물에서 폴리뉴클레오티드의 일부 또는 전체의 변형은 (a) 미생물 내 염색체 삽입용 벡터를 이용한 상동 재조합 또는 유전자가위

(engineered nuclease, e.g., CRISPR-Cas9)을 이용한 유전체 교정 및/또는 (b) 자외선 및 방사선 등과 같은 빛 및/또는 화학물질 처리에 의해 유도될 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 상기 유전자 일부 또는 전체의 변형 방법에는 DNA 재조합 기술에 의한 방법이 포함될 수 있다. 예를 들면, 목적 유전자와 상동성이 있는 뉴클레오티드 서열을 포함하는 뉴클레오티드 서열 또는 벡터를 상기 미생물에 주입하여 상동 재조합(homologous recombination)이 일어나게 함으로써 유전자 일부 또는 전체의 결손이 이루어질 수 있다. 상기 주입되는 뉴클레오티드 서열 또는 벡터는 우성 선별 마커를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[97]

[98] 본 출원에서 용어, 폴리펩티드 활성의 "강화"는, 폴리펩티드의 활성이 내재적 활성에 비하여 증가되는 것을 의미한다. 상기 강화는 활성화(activation), 상향조절(up-regulation), 과발현(overexpression), 증가(increase) 등의 용어와 혼용될 수 있다. 여기서 활성화, 강화, 상향조절, 과발현, 증가는 본래 가지고 있지 않았던 활성을 나타내게 되는 것, 또는 내재적 활성 또는 변형 전 활성에 비하여 향상된 활성을 나타내게 되는 것을 모두 포함할 수 있다. 상기 "내재적 활성"은 자연적 또는 인위적 요인에 의한 유전적 변이로 형질이 변화하는 경우, 형질 변화 전 모균주 또는 비변형 미생물이 본래 가지고 있던 특정 폴리펩티드의 활성을 의미한다. 이는 "변형 전 활성"과 혼용되어 사용될 수 있다. 폴리펩티드의 활성이 내재적 활성에 비하여 "강화", "상향조절", "과발현" 또는 "증가"한다는 것은, 형질 변화 전 모균주 또는 비변형 미생물이 본래 가지고 있던 특정 폴리펩티드의 활성 및/또는 농도(발현량)에 비하여 향상된 것을 의미한다.

[99] 상기 강화는 외래의 폴리펩티드를 도입하거나, 내재적인 폴리펩티드의 활성 강화 및/또는 농도(발현량)를 통해 달성할 수 있다. 상기 폴리펩티드의 활성의 강화 여부는 해당 폴리펩티드의 활성 정도, 발현량 또는 해당 폴리펩티드로부터 배출되는 산물의 양의 증가로부터 확인할 수 있다.

[100] 상기 폴리펩티드의 활성의 강화는 당해 분야에 잘 알려진 다양한 방법의 적용이 가능하며, 목적 폴리펩티드의 활성을 변형전 미생물보다 강화시킬 수 있는 한, 제한되지 않는다. 구체적으로, 분자생물학의 일상적 방법인 당업계의 통상의 기술자에게 잘 알려진 유전자 공학 및/또는 단백질 공학을 이용한 것일 수 있으나, 이로 제한되지 않는다(예컨대, Sitnicka et al. Functional Analysis of Genes. Advances in Cell Biology. 2010, Vol. 2. 1-16, Sambrook et al. Molecular Cloning 2012 등).

[101] 구체적으로, 본 출원의 폴리펩티드의 강화는

[102] 1) 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 세포 내 카피수 증가;

[103] 2) 폴리펩티드를 코딩하는 염색체상의 유전자 발현조절영역의 변형(예를 들어, 발현조절영역 내 변이 발생, 더욱 강한 활성을 갖는 서열로의 교체, 또는 더욱 강한 활성을 갖는 서열 삽입);

[104] 3) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 전사체의 개시코돈 또는 5'-UTR 지역을

코딩하는 염기서열의 변형;

- [105] 4) 폴리펩티드 활성이 강화되도록 상기 폴리펩티드의 아미노산 서열의 변형;
- [106] 5) 폴리펩티드 활성이 강화되도록 상기 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드 서열의 변형 (예를 들어, 폴리펩티드의 활성이 강화되도록 변형된 폴리펩티드를 코딩하도록 상기 폴리펩티드 유전자의 폴리뉴클레오티드 서열의 변형);
- [107] 6) 폴리펩티드의 활성을 나타내는 외래 폴리펩티드 또는 이를 코딩하는 외래 폴리뉴클레오티드의 도입;
- [108] 7) 폴리펩티드를 암호화하는 폴리뉴클레오티드의 코돈 최적화;
- [109] 8) 폴리펩티드의 삼차구조를 분석하여 노출 부위를 선택하여 변형하거나 화학적으로 수식; 또는
- [110] 9) 상기 1) 내지 8) 중 선택된 2 이상의 조합일 수 있으나, 이에, 특별히 제한되는 것은 아니다.
- [111] 보다 구체적으로,
- [112] 상기 1) 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드의 세포 내 카피수 증가는, 해당 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드가 작동가능하게 연결된, 숙주와 무관하게 복제되고 기능할 수 있는 벡터의 숙주세포 내로의 도입에 의해 달성되는 것일 수 있다. 또는, 해당 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오티드가 숙주세포 내의 염색체 내에 1 카피 또는 2 카피 이상 도입에 의해 달성되는 것일 수 있다. 상기 염색체 내에 도입은 숙주세포 내의 염색체 내로 상기 폴리뉴클레오티드를 삽입시킬 수 있는 벡터가 숙주세포 내에 도입됨으로써 수행될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 벡터는 전술한 바와 같다.
- [113] 상기 2) 폴리펩티드를 코딩하는 염색체상의 유전자 발현조절영역(또는 발현조절서열)을 활성이 강력한 서열로 교체는, 예를 들면, 상기 발현조절영역의 활성을 더욱 강화하도록 결실, 삽입, 비보존적 또는 보존적 치환 또는 이들의 조합으로 서열상의 변이 발생, 또는 더욱 강한 활성을 가지는 서열로의 교체일 수 있다. 상기 발현조절영역은, 특별히 이에 제한되지 않으나 프로모터, 오퍼레이터 서열, 리보솜 결합 부위를 코딩하는 서열, 그리고 전사 및 해독의 종결을 조절하는 서열 등을 포함할 수 있다. 일 예로, 본래의 프로모터를 강력한 프로모터로 교체시키는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [114] 공지된 강력한 프로모터의 예에는 CJ1 내지 CJ7 프로모터(미국등록특허 US 7662943 B2), lac 프로모터, trp 프로모터, trc 프로모터, tac 프로모터, 람다 파아지 PR 프로모터, PL 프로모터, tet 프로모터, gapA 프로모터, SPL7 프로모터, SPL13(sm3) 프로모터(미국등록특허 US 10584338 B2), O2 프로모터(미국등록특허 US 10273491 B2), tkt 프로모터, yccA 프로모터 등이 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [115] 상기 3) 폴리펩티드를 코딩하는 유전자 전사체의 개시코돈 또는 5'-UTR 지역을 코딩하는 염기서열 변형은, 예를 들면, 내재적 개시코돈에 비해 폴리펩티드

발현율이 더 높은 다른 개시코돈을 코딩하는 염기 서열로 치환하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

- [116] 상기 4) 및 5)의 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오타이드 서열의 변형은, 폴리펩티드의 활성을 강화하도록 상기 폴리펩티드의 아미노산 서열 또는 상기 폴리펩티드를 코딩하는 폴리뉴클레오타이드 서열을 결실, 삽입, 비보존적 또는 보존적 치환 또는 이들의 조합으로 서열상의 변이 발생, 또는 더욱 강한 활성을 갖도록 개량된 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오타이드 서열 또는 활성이 증가하도록 개량된 아미노산 서열 또는 폴리뉴클레오타이드 서열로의 교체일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 교체는 구체적으로 상동재조합에 의하여 폴리뉴클레오타이드를 염색체내로 삽입함으로써 수행될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 이때 사용되는 벡터는 염색체 삽입 여부를 확인하기 위한 선별 마커 (selection marker)를 추가로 포함할 수 있다. 상기 선별 마커는 전술한 바와 같다.
- [117] 상기 6) 폴리펩티드의 활성을 나타내는 외래 폴리뉴클레오타이드의 도입은, 상기 폴리펩티드와 동일/유사한 활성을 나타내는 폴리펩티드를 코딩하는 외래 폴리뉴클레오타이드의 숙주세포 내 도입일 수 있다. 상기 외래 폴리뉴클레오타이드는 상기 폴리펩티드와 동일/유사한 활성을 나타내는 한 그 유래나 서열에 제한이 없다. 상기 도입에 이용되는 방법은 공지된 형질전환 방법을 당업자가 적절히 선택하여 수행될 수 있으며, 숙주 세포 내에서 상기 도입된 폴리뉴클레오타이드가 발현됨으로써 폴리펩티드가 생성되어 그 활성이 증가될 수 있다.
- [118] 상기 7) 폴리펩티드를 암호화하는 폴리뉴클레오타이드의 코돈 최적화는, 내재 폴리뉴클레오타이드가 숙주세포 내에서 전사 또는 번역이 증가하도록 코돈 최적화한 것이거나, 또는 외래 폴리뉴클레오타이드가 숙주세포 내에서 최적화된 전사, 번역이 이루어지도록 이의 코돈을 최적화한 것일 수 있다.
- [119] 상기 8) 폴리펩티드의 삼차구조를 분석하여 노출 부위를 선택하여 변형하거나 화학적으로 수식하는 것은, 예를 들어 분석하고자 하는 폴리펩티드의 서열정보를 기지 단백질들의 서열정보가 저장된 데이터베이스와 비교함으로써 서열의 유사성 정도에 따라 주형 단백질 후보를 결정하고 이를 토대로 구조를 확인하여, 변형하거나 화학적으로 수식할 노출 부위를 선택하여 변형 또는 수식하는 것일 수 있다.
- [120] 이와 같은 폴리펩티드 활성의 강화는, 상응하는 폴리펩티드의 활성 또는 농도 발현량이 야생형이나 변형 전 미생물 균주에서 발현된 폴리펩티드의 활성 또는 농도를 기준으로 하여 증가되거나, 해당 폴리펩티드로부터 생산되는 산물의 양의 증가되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [121]
- [122] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH 단백질 활성이 강화된 것일 수 있으나,

이에 제한되는 것은 아니다.

- [123] 본 출원에서 용어, "L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH(L-methionine/branched-chain amino acid exporter YjeH)"은 수송 단백질(transporter)의 아미노산-폴리아민-유기체(Amino Acid-Polyamine-Organocation, APC) 수퍼패밀리 내 아미노산 배출 단백질(Amino Acid Efflux, AAE)의 하나로, O-아세틸 호모세린 및/또는 호모세린을 세포 밖으로 배출하도록 매개하는 단백질이다. 12 개의 막 횡단 α 나선(transmembrane α helices)을 포함할 것으로 예측되며, 그 중 10 개는 APC 수퍼패밀리의 특징인 거꾸로 된 반복 접이(inverted repeat fold)를 형성할 수 있다. 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH 단백질 및 유전자 서열은 공지의 데이터베이스에서 얻을 수 있으며, 그 예로 NCBI의 GenBank 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 일 예로, 대장균(*Escherichia coli*, *E. coli*) 유래일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 본 출원에서, 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH 단백질은 내막 단백질(inner membrane protein), O-아세틸 호모세린 배출 단백질, O-아세틸 호모세린 배출능을 갖는 단백질, O-아세틸 호모세린 배출 활성을 갖는 단백질, YjeH 단백질 또는 YjeH와 혼용하여 사용될 수 있다.
- [124] 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 더욱 구체적으로 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체가 도입되어 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH 단백질 활성이 강화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [125] 더욱 구체적으로, 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체는 미생물의 O-아세틸 호모세린 배출량을 증가시킴으로써, O-아세틸 호모세린의 생산능을 증가시킬 수 있으며, 서열번호 10으로 기재된 아미노산 서열을 가지거나 및/또는 포함하거나, 상기 아미노산 서열로 필수적으로 이루어지거나(essentially consisting of), 구성될 수 있다.
- [126] 또한, 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체는 상기 서열번호 10으로 기재한 아미노산 서열뿐만 아니라, 서열번호 10과 적어도 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99%, 99.5%, 99.7% 또는 99.9% 이상의 상동성 또는 동일성을 가지는 아미노산 서열을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 상동성 또는 동일성을 가지며 본 출원의 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체와 동일하거나 상응하는 생물학적 활성을 갖는 아미노산 서열이라면, 일부 서열이 결실, 변형, 치환, 보존적 치환 또는 부가된 아미노산 서열을 갖는 경우도 역시 본 출원의 범위 내에 포함됨은 자명하다.
- [127] 예를 들어, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 서열번호 10의 아미노산 서열로 이루어지는 단백질, 또는 서열번호 10과 적어도 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99%, 99.5%, 99.7% 또는 99.9%

이상의 상동성 또는 동일성을 가지는 아미노산 서열로 이루어지는 단백질을 포함하여, 구체적으로 도입되어, O-아세틸 호모세린의 생산능이 추가로 증가된 미생물일 수 있다.

- [128] 구체적으로, "단백질의 도입"은, 미생물이 본래 가지고 있지 않았던 유전자가 그 미생물내에서 발현됨에 따라 특정 단백질의 활성을 나타나게 되는 것 또는 해당 단백질의 내재적 활성 또는 변형 전 활성에 비하여 증가 또는 향상된 활성을 나타나게 되는 것을 의미한다. 예를 들어, 특정 단백질을 코딩하는 폴리뉴클레오티드가 미생물 내 염색체로 도입되거나, 특정 단백질을 코딩하는 폴리뉴클레오티드를 포함하는 벡터가 미생물 내로 도입되어 이의 활성이 나타나는 것일 수 있다.
- [129] 본 출원의 목적상, 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체를 포함하는 미생물의 경우, 자연적으로 약한 O-아세틸 호모세린 배출능을 가지고 있는 미생물에 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체가 도입되어 O-아세틸 호모세린 배출능이 증가된 미생물을 의미할 수 있다. 구체적으로, 상기 미생물은 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체가 도입되어 야생형 또는 비변형 미생물에 비하여 O-아세틸 호모세린의 세포 외 배출량이 증가함으로써, O-아세틸 호모세린의 생산능이 증가하는 것을 특징으로 할 수 있다. 이는 야생형 또는 비변형 미생물이 O-아세틸 호모세린을 배출하지 못하거나, O-아세틸 호모세린을 배출하더라도 극미량을 생산할 수 있는 것에 반해, 상기 L-메티오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH의 변이체를 도입함으로써 미생물의 O-아세틸 호모세린 배출량을 증가시킴으로써, O-아세틸 호모세린의 생산능을 증가시킬 수 있다.
- [130] 본 출원에 적용될 수 있는 상기 내막 단백질 YjeH 및/또는 이의 변이체의 예는 대한민국 등록특허공보 제10-2182497호에 개시되어 있으며, 상기 특허의 명세서 전체는 본 출원의 참고자료로서 포함될 수 있다.
- [131]
- [132] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 호모세린 아세틸 트랜스퍼라아제(homoserine acetyl transferase, MetX) 활성이 강화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [133] 본 출원에서 용어, "MetX"는 호모세린 아세틸 트랜스퍼라아제(homoserine acetyl transferase)를 의미한다. 구체적으로, 자연계에 존재하는 대부분의 미생물은 메치오닌을 생합성하기 위해서 O-숙시닐호모세린 또는 O-아세틸 호모세린을 중간체로 이용하는데 일반적으로 MetA는 O-숙시닐 호모세린을, 호모세린 O-아세틸트랜스퍼라아제는 O-아세틸 호모세린을 생성시킨다. 상기 MetX는 MetA와는 달리 피드백저해를 받지 않으며 효소 안정성도 높다. 상기 MetX의 단백질 및 유전자 서열은 공지의 데이터베이스에서 얻을 수 있으며, 그 예로 NCBI의 GenBank 등이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 출원에서 용어, "호모세린 아세틸 트랜스퍼라아제"는 "MetX", "호모세린

- O-아세틸트랜스퍼라제"와 혼용될 수 있다.
- [134] 구체적으로, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 O-아세틸 호모세린 트랜스퍼라제를 코딩하는 *metX* 유전자의 발현이 증폭된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [135] 상기 *metX* 유전자의 염기 서열은 공지의 데이터 베이스인 NCBI의 GenBank에서 그 서열을 얻을 수 있다. 상기 *MetX*를 코딩하는 폴리뉴클레오티드는 상기 *MetX*와 적어도 80% 상동성을 갖는 아미노산 서열을 포함하는 단백질을 암호화할 수 있는 폴리뉴클레오티드 서열이면 본 출원의 범주에 포함되며, 서열번호 26의 염기서열 또는 서열번호 26의 서열과 상동성 또는 동일성이 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상, 및 100% 미만인 염기서열을 가지거나 포함하거나, 또는 서열번호 26의 염기서열 또는 서열번호 26의 서열과 상동성 또는 동일성이 70% 이상, 75% 이상, 80% 이상, 85% 이상, 90% 이상, 95% 이상, 96% 이상, 97% 이상, 98% 이상, 및 100% 미만인 염기서열로 이루어지거나 필수적으로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [136] 본 출원에 적용될 수 있는 상기 *metX* 유전자의 예는 대한민국 등록특허공보 제10-2182497호에 개시되어 있으며, 상기 특허의 명세서 전체는 본 출원의 참고자료로서 포함될 수 있다.
- [137]
- [138] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 아스파토키나아제(*aspartokinase*) 활성이 강화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [139] 구체적으로는, O-아세틸-호모세린 생합성을 증대하기 위하여, 상기 아스파토키나아제(*aspartokinase*) 활성이 비변이 미생물에 비하여 추가로 강화된 것일 수 있으며, 특히 아스파토키나아제를 코딩하는 유전자(*lysC*)의 L-라이신(L-Lysine) 및 L-쓰레오닌(L-Threonine)에 대한 피드백 저해 해제를 위한 변이(L377K)(한국 공개특허 제10-2019-0003019호)를 도입한 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 *lysC*의 염기서열은 공지의 데이터 베이스에서 얻을 수 있으며, 아스파토키나아제 활성을 갖는 단백질을 코딩하는 염기 서열은 제한 없이 포함될 수 있으나, 그 예로 서열번호 21의 염기 서열을 가질 수 있다.
- [140]
- [141] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 시스타치오닌 감마 신타제(*cystathionine gamma synthase*) 활성이 약화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [142] 구체적으로, 상기 약화는 불활성화될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [143] 구체적으로, 상기 시스타치오닌 감마 신타제의 활성이 비변이 미생물의 활성보다 감소 또는 비활성화되는 것일 수 있으며, 특히 시스타치오닌 신타아제를 코딩하는 유전자(*metB*)가 결손된 것일 수 있으나, 이에 제한되지

않는다. 본 출원에서 용어 "시스타치오닌 감마 신타제"는 "시스타치오닌 신타제"와 혼용될 수 있다. 상기 *metB*의 염기서열은 공지의 데이터 베이스에서 얻을 수 있으며, 시스타치오닌 신타아제 활성을 갖는 단백질을 코딩하는 염기 서열은 제한 없이 포함될 수 있으나, 그 예로 서열번호 11의 염기 서열을 가질 수 있다.

[144]

[145] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 미생물은 추가로 O-아세틸 호모세린 티올 리아제(O-acetylhomoserine (thiol)-lyase) 활성이 약화된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[146] 구체적으로, 상기 약화는 불활성화될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[147] 구체적으로, 상기 O-아세틸 호모세린 티올 리아제의 활성이 비변이 미생물의 활성보다 감소 또는 비활성화되는 것일 수 있으며, 특히 O-아세틸 호모세린 티올 리아제를 코딩하는 유전자(*metY*)가 결손된 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 상기 *metY*의 염기서열은 공지의 데이터 베이스에서 얻을 수 있으며, O-아세틸 호모세린 티올 리아제 활성을 갖는 단백질을 코딩하는 염기 서열은 제한 없이 포함될 수 있으나, 그 예로 서열번호 16의 염기 서열을 가질 수 있다.

[148]

[149] 본 출원의 다른 하나의 양태는 상기 미생물을 배지에서 배양하는 단계를 포함하는 O-아세틸 호모세린의 생산 방법을 제공한다.

[150] 상기 미생물, O-아세틸 호모세린에 대해서는 전술한 바와 같다.

[151] 본 출원의 방법에 있어서, 미생물의 배양은 당업계에 알려진 임의의 배양 조건 및 배양 방법이 사용될 수 있다. 이러한 배양 과정은 당업자라면 선택되는 균주에 따라 용이하게 조정하여 사용할 수 있다.

[152] 본 출원에서 용어, "배양"은 본 출원의 미생물을 적당히 조절된 환경 조건에서 생육시키는 것을 의미한다. 본 출원의 배양과정은 당업계에 알려진 적당한 배지와 배양 조건에 따라 이루어질 수 있다. 이러한 배양 과정은 선택되는 균주에 따라 당업자가 용이하게 조정하여 사용할 수 있다. 구체적으로 상기 배양은 회분식, 연속식 및 유가식 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[153] 본 출원에서 용어, "배지"는 본 출원의 미생물을 배양하기 위해 필요로 하는 영양물질을 주성분으로 혼합한 물질을 의미하며, 생존 및 발육에 불가결한 물을 비롯하여 영양물질 및 발육인자 등을 공급한다. 구체적으로, 본 출원의 미생물의 배양에 사용되는 배지 및 기타 배양 조건은 통상의 미생물의 배양에 사용되는 배지라면 특별한 제한 없이 어느 것이나 사용할 수 있으나, 본 출원의 미생물을 적당한 탄소원, 질소원, 인원, 무기화합물, 아미노산 및/또는 비타민 등을 함유한 통상의 배지 내에서 호기성 조건 하에서 온도, pH 등을 조절하면서 배양할 수 있다.

[154] 본 출원에서 상기 탄소원으로는 글루코오스, 사카로오스, 락토오스, 프룩토오스, 수크로오스, 말토오스 등과 같은 탄수화물; 만니톨, 소르비톨 등과

같은 당 알코올, 피루브산, 락트산, 시트르산 등과 같은 유기산; 글루탐산, 메치오닌, 라이신 등과 같은 아미노산 등이 포함될 수 있다. 또한, 전분 가수분해물, 당밀, 블랙스트랩 당밀, 쌀겨울, 카사버, 사탕수수 찌꺼기 및 옥수수 침지액 같은 천연의 유기 영양원을 사용할 수 있으며, 구체적으로는 글루코오스 및 살균된 전처리 당밀(즉, 환원당으로 전환된 당밀) 등과 같은 탄수화물이 사용될 수 있으며, 그 외의 적정량의 탄소원을 제한 없이 다양하게 이용할 수 있다. 이들 탄소원은 단독으로 사용되거나 2 종 이상이 조합되어 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [155] 상기 질소원으로는 암모니아, 황산암모늄, 염화암모늄, 초산암모늄, 인산암모늄, 탄산암모늄, 질산암모늄 등과 같은 무기질소원; 글루탐산, 메치오닌, 글루타민 등과 같은 아미노산, 펩톤, NZ-아민, 육류 추출물, 효모 추출물, 맥아 추출물, 옥수수 침지액, 카세인 가수분해물, 어류 또는 그의 분해생성물, 탈지 대두 케이크 또는 그의 분해 생성물 등과 같은 유기 질소원이 사용될 수 있다. 이들 질소원은 단독으로 사용되거나 2 종 이상이 조합되어 사용될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [156] 상기 인원으로는 인산 제1칼륨, 인산 제2칼륨, 또는 이에 대응되는 소듐-함유 염 등이 포함될 수 있다. 무기화합물로는 염화나트륨, 염화칼슘, 염화철, 황산마그네슘, 황산철, 황산망간, 탄산칼슘 등이 사용될 수 있으며, 그 외에 아미노산, 비타민 및/또는 적절한 전구체 등이 포함될 수 있다. 이들 구성성분 또는 전구체는 배지에 회분식 또는 연속식으로 첨가될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [157] 본 출원에서는 미생물의 배양 중에 수산화암모늄, 수산화칼륨, 암모니아, 인산, 황산 등과 같은 화합물을 배양물에 적절한 방식으로 첨가하여, 배양물의 pH를 조절할 수 있다. 또한, 배양 중에는 지방산 폴리글리콜 에스테르와 같은 소포체를 사용하여 기포 생성을 억제할 수 있다. 또한, 배양물의 호기 상태를 유지하기 위하여, 배양물 내로 산소 또는 산소 함유 기체를 주입하거나 혐기 및 미호기 상태를 유지하기 위해 기체의 주입 없이 혹은 질소, 수소 또는 이산화탄소 가스를 주입할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [158] 배양물의 온도는 25°C 내지 40°C일 수 있으며, 보다 구체적으로는 28°C 내지 37°C일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 배양 기간은 원하는 유용 물질의 생성량이 수득될 때까지 계속될 수 있으며, 구체적으로는 1 시간 내지 100 시간일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [159] 본 출원의 배양에 의하여 생산된 O-아세틸 호모세린은 배지 중으로 분비되거나 세포 내에 잔류할 수 있다.
- [160] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산 방법은, 본 출원의 미생물을 준비하는 단계, 상기 미생물을 배양하기 위한 배지를 준비하는 단계, 또는 이들의 조합(순서에 무관, in any order)을, 예를 들어, 상기 배양하는 단계 이전에, 추가로 포함할 수 있다.

- [161] 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산 방법은, 상기 배양에 따른 배지(배양이 수행된 배지) 또는 미생물로부터 O-아세틸 호모세린을 회수하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 회수하는 단계는 상기 배양하는 단계 이후에 추가로 포함될 수 있다.
- [162] 상기 회수는 본 출원의 미생물의 배양 방법, 예를 들어 회분식, 연속식 또는 유가식 배양 방법 등에 따라 당해 기술 분야에 공지된 적합한 방법을 이용하여 목적하는 O-아세틸 호모세린을 수집(collect)하는 것일 수 있다. 예를 들어, 원심분리, 여과, 결정화 단백질 침전제에 의한 처리(염석법), 추출, 초음파 파쇄, 한외여과, 투석법, 분자체 크로마토그래피(겔여과), 흡착크로마토그래피, 이온교환 크로마토그래피, 친화도 크로마토그래피 등의 각종 크로마토그래피, HPLC 또는 이들의 방법을 조합하여 사용될 수 있으며, 당해 분야에 공지된 적합한 방법을 이용하여 배지 또는 미생물로부터 목적하는 O-아세틸 호모세린을 회수할 수 있다.
- [163] 또한, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산 방법은, 추가적으로 정제 단계를 포함할 수 있다. 상기 정제는 당해 기술분야에 공지된 적합한 방법을 이용하여, 수행할 수 있다. 일 예에서, 본 출원의 O-아세틸 호모세린 생산 방법이 회수 단계와 정제 단계를 모두 포함하는 경우, 상기 회수 단계와 정제 단계는 순서에 상관없이 연속적 또는 비연속적으로 수행되거나, 동시에 또는 하나의 단계로 통합되어 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [164] 이와 같이 회수된 O-아세틸 호모세린은 이단계 공법(대한민국 등록특허 제10-0905381호)에 의해 메치오닌을 생산할 수 있다.
- [165]
- [166] 본 출원의 또 다른 하나의 양태는 상기 미생물을 배지에서 배양하는 단계, 상기 배양된 미생물 또는 배지로부터 O-아세틸 호모세린을 생산하는 단계 및 상기 O-아세틸 호모세린을 L-메치오닌으로 전환하는 단계를 포함하는, L-메치오닌의 생산 방법을 제공한다.
- [167] 상기 미생물, O-아세틸 호모세린 및 L-메치오닌에 대해서는 전술한 바와 같다.
- [168] 상기 이단계 공정은 상기 L-메치오닌 전구체 생산 균주에 의하여 생산된 O-아세틸 호모세린과 메칠 머캅탄을 기질로 이용하여 O-아세틸 호모세린 설피드릴라아제(O-acetyl homoserine sulfhydrylase) 활성을 가지는 효소 또는 상기 효소를 포함한 균주를 이용한 효소반응을 통하여 L-메치오닌 및 유기산을 생산하는 공정을 포함한다.
- [169] 보다 구체적으로, 본 출원은 상기의 방법으로 축적된 O-아세틸 호모세린을 기질로 이용하여 O-아세틸 호모세린 설피드릴라아제 등의 효소 반응을 이용하여 L-메치오닌을 생산하는 방법을 제공한다.
- [170] 상기 2단계 공정에서 O-아세틸 호모세린을 L-메치오닌 전구체로 사용하는 경우, 구체적으로는 렙토스피라속(*Leptospira* sp.), 크로모박테리움 속(*Chromobacterium* sp.), 하이포모나스속(*Hyphomonas* sp.)에 속하는 미생물 균주,

보다 구체적으로는 렙토스피라 메에리(*Leptospirameyeri*), 슈도모나스 애루기노사(*Pseudomonasaurogenosa*), 하이포모나스 넵튠니움(*HyphomonasNeptunium*), 크로모박테리움 비오라썸(*Chromobacterium Violaceum*)에 속하는 미생물 균주로부터 유래된 O-아세틸 호모세린 설피드릴라아제가 사용될 수 있다.

[171] 상기의 반응은 하기와 같다.

[172] $\text{CH}_3\text{SH} + \text{O-아세틸 호모세린} \rightleftharpoons \text{아세테이트} + \text{메치오닌}$

[173] 이와 같은 추가 메치오닌 생산 공정에 대해서는 대한민국 등록 특허 제10-0905381호에 개시되어 있으며, 상기 특허의 명세서 전체는 본 출원의 참고자료로서 포함될 수 있다.

[174]

[175] 본 출원의 또 다른 하나의 양태는 상기 미생물을 포함하는 O-아세틸 호모세린 생산용 조성물을 제공한다.

[176] 상기 미생물, O-아세틸 호모세린에 대해서는 전술한 바와 같다.

[177] 본 출원의 조성물은 O-아세틸 호모세린 생산용 조성물에 통상 사용되는 임의의 적합한 부형제를 추가로 포함할 수 있으며, 이러한 부형제는, 예를 들어 보존제, 습윤제, 분산제, 현탁화제, 완충제, 안정화제 또는 등장화제 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[178]

[179] 본 출원의 또 다른 하나의 양태는 상기 미생물의 O-아세틸 호모세린 또는 L-메치오닌 생산 용도를 제공하는 것이다.

[180]

발명의 실시를 위한 형태

[181] 이하 본 출원을 실시예에 의해 보다 상세하게 설명한다. 그러나 하기 실시예는 본 출원을 예시하기 위한 바람직한 실시양태에 불과한 것이며 따라서, 본 출원의 권리범위를 이에 한정하는 것으로 의도되지는 않는다. 한편, 본 명세서에 기재되지 않은 기술적인 사항들은 본 출원의 기술 분야 또는 유사 기술 분야에서 숙련된 통상의 기술자이면 충분히 이해하고 용이하게 실시할 수 있다.

[182]

[183] 실시예 1. 내재적 유전자(NCgl0616) 결실 균주 제작 및 O-아세틸 호모세린 및 호모세린 생산능 평가

[184]

[185] 실시예 1-1. NCgl0616 결손을 위한 결손 벡터 제작

[186]

[187] 코리네박테리움 글루타미쿰(*Corynebacterium glutamicum*) ATCC13032에서 내재적 유전자인 NCgl0616 유전자의 유효성을 판단하기 위하여, 유전자 NCgl0616 (서열번호 29)를 결손시킨 결손 벡터를 제작하였다.

[188]

[189] 구체적으로, NCgl0616 결손 벡터를 제작하기 위해, 서열번호 29의 NCgl0616 유전자 위치를 중심으로 5' 상단 부위를 증폭하기 위한 프라이머 한 쌍(서열번호 3 및 4)과 3' 하단 부위를 증폭하기 위한 프라이머 한쌍(서열번호 5 및 6)을 고안하였다. 프라이머 서열은 하기 표 1과 같았다.

[190]

[191] [표1]

서열번호	서열명	서열
서열번호 3	0616 _del up F	TCGAGCTCGGTACCCAGCATAATTCCATACTCCCAC
서열번호 4	0616 _del up R	GGTAGCGCTTGGGCTGCAGTACTCTCGACGGCGTGCTCA ATT
서열번호 5	0616 _del down F	AATTGAGCACGCCGTCGAGAGTACTGCAGCCCAAGCGCT ACC
서열번호 6	0616 _del down R	CTCTAGAGGATCCCCCTACGACGCTACTGCGCAG

[192] ATCC13032 야생형(WT)의 염색체를 주형으로 하여 서열번호 3 및 서열번호 4, 서열번호 5 및 서열번호 6의 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. PCR 조건은 95°C 에서 5분간 변성 후, 95°C에서 30초 변성, 55°C에서 30초 어닐링, 72°C에서 30초 중합을 30회 반복한 후, 72°C에서 7분간 중합반응을 수행하였다. 그 결과 NCgl0616 유전자의 결손 부위를 중심으로 5' 상단 부위의 701 bp DNA 단편과 3' 하단 부위의 699bp의 DNA 단편을 수득하였다.

[193] 증폭된 두 가지의 DNA 절편을 주형으로 하여, 서열번호 3 및 서열번호 6의 프라이머로 PCR을 수행하였다. PCR 조건은 95°C 에서 5분간 변성 후, 95°C에서 30초 변성, 55°C에서 30초 어닐링, 72°C에서 90초 중합을 30회 반복한 후, 72°C에서 7분간 중합반응을 수행하였다. 그 결과, NCgl0616 유전자를 결손할 수 있는 부위를 포함하는 1410 bp의 DNA 단편이 증폭되었다.

[194]

[195] pDCM2 벡터(서열번호 7, 대한민국 공개번호 제 10-2020-0136813호)는 SmaI을 처리하고 상기에서 수득한 PCR 산물(2912 bp DNA 단편)을 SmaI 제한효소

처리한 pDCM2 벡터와 인퓨전 HD 클로닝 키트(In-Fusion® HD Cloning Kit, Clontech)를 사용하여 퓨전 클로닝하였다. 클로닝된 벡터를 대장균 DH5 α 에 형질전환하고 형질전환된 대장균을 카나마이신(kanamycin) 25mg/ ℓ 이 포함된 LB 고체배지에 도말하였다. 상기 LB 고체배지에서 플라스미드로 형질전환된 콜로니를 선별한 후 플라스미드 추출법(미국 등록공보 US 5981235 A)을 이용하여 플라스미드를 획득하였고, 최종적으로 NCgl0616 결손 카세트가 클로닝된 pDCM2- Δ NCgl0616 제조합 벡터를 제작하였다.

[196]

[197] 제작된 pDCM2- Δ NCgl0616를 ATCC13032 균주에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 NCgl0616 유전자가 결손된 ATCC13032 Δ NCgl0616를 수득하였다. NCgl0616 유전자의 불활성 여부는 서열번호 8과 9의 프라이머를 이용한 PCR 후 NCgl0616 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[198]

[199] [표2]

서열번호	서열명	서열
서열번호 8	0616 _del F	GGCTTCCAACCTGTAATGG
서열번호 9	0616 _del R	TAGAACACCCAGCTAACA

[200] 실시예 1-2. 야생형 균주에서의 O-아세틸 호모세린 생산능 평가

[201] 실시예 1-1에서 제작된 ATCC13032 Δ NCgl0616와 야생형 균주인 ATCC13032의 O-아세틸 호모세린(O-AH; O-Acetyl Homoserine) 생산능을 비교하고자 아래와 같은 방법으로 배양하여 배양액 중 O-아세틸 호모세린을 분석하였다.

[202]

[203] 하기의 배지 25 ml을 함유하는 250 ml 코너-바플 플라스크에 균주를 1백금이 접종하고, 33도에서 20 시간 동안, 200 rpm으로 진탕 배양하였다. HPLC를 이용하여 O-아세틸 호모세린 농도를 분석하였으며, 분석된 농도는 표 3와 같았다.

[204]

[205] <O-아세틸 호모세린 생산배지(pH 7.2)>

[206] 포도당 30 g, KH₂PO₄ 2 g, 요소 3 g, (NH₄)₂SO₄ 40 g, 펩톤 2.5 g, CSL(Sigma) 5 g(10 ml), MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, CaCO₃ 20 g (중류수 1 리터 기준)

[207]

[208] [표3]
(플라스크 결과)

Strains	O-AH (g/L)
ATCC13032	0.27
ATCC13032 Δ NCgl0616	0.33

[209] 그 결과 상기 표 3과 같이 ATCC13032 배양 시 O-아세틸 호모세린이 0.27g/L로 축적되며, 내재적 유전자인 NCgl0616 유전자를 결손 시킨 ATCC13032 Δ NCgl0616의 경우 O-아세틸 호모세린이 0.33g/L 축적되어 대조군 ATCC13032 대비 125% 생산능을 보임을 확인하였다.

[210] 실시예 2. O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 균주에서의 NCgl0616 결손 균주 제작 및 O-아세틸 호모세린 및 호모세린 생산능 평가 - 1

[211]

[212] 실시예 2-1. 균주 제작

[213]

[214] *

[215] 실시예 1-1에서 제작된 pDCM2-ΔNCgl0616 벡터를 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 KCCM12634P (KR 10-2182497, ATCC13032 ΔNCgl2335::PCJ7-yjeH(eco,F351L)) 균주에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 NCgl0616 유전자가 결손된 KCCM12634P ΔNCgl0616 을 수득하였다. NCgl0616 유전자의 불활성 여부는 서열번호 8과 9의 프라이머를 이용한 PCR 후 NCgl0616 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[216]

[217] 실시예 2-2. O-아세틸 호모세린 생산능 평가

[218] 실시예 2-1에서 제작된 KCCM12634P 균주 및 KCCM12634P ΔNCgl0616 균주에 대하여, O-아세틸 호모세린(O-AH; O-Acetyl Homoserine) 생산능을 비교하고자 아래와 같은 방법으로 배양하여 배양액 중 O-아세틸 호모세린을 분석하였다.

[219]

[220] 하기의 배지 25 ml을 함유하는 250 ml 코너-바플 플라스크에 균주를 1백금이 접종하고, 33도에서 20 시간 동안, 200 rpm으로 진탕 배양하였다. HPLC를 이용하여 O-아세틸 호모세린 농도를 분석하였으며, 분석된 농도는 표 4와 같았다.

[221]

[222] <O-아세틸 호모세린 생산배지(pH 7.2)>

[223] 포도당 30 g, KH₂PO₄ 2 g, 요소 3 g, (NH₄)₂SO₄ 40 g, 펩톤 2.5 g, CSL(Sigma) 5 g(10 ml), MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, CaCO₃ 20 g (증류수 1 리터 기준)

[224]

[225] [표4]

(플라스크 결과)

Strains	O-AH (g/L)
KCCM12634P	1.05
KCCM12634P Δ NCgl0616	1.39

[226] 그 결과 상기 표 4와 같이 KCCM12634P 균주에서 NCgl0616 결손 시 O-아세틸 호모세린이 1.39g/L 로 KCCM12634P 대비 약 130% 생산능을 보임을 확인하였다. 따라서, 상기 결과로부터 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가한 균주에서 NCgl0616 결손에 따른 O-아세틸 호모세린 생산능 증가 효과가 더 큰 것을 확인하였다. 따라서, 실시예 1-2 및 2-2의 결과로부터 본 출원의 ATCC13032의 내재적 유전자인 NCgl0616 유전자 결실 및 불활성이 목적 아미노산의 생산능을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

[227]

[228] 실시예 3. O-아세틸 호모세린 생산능이 증가된 균주에서의 NCgl0616 결손 균주 제작 및 O-아세틸 호모세린 및 호모세린 생산능 평가 - 2

[229]

[230] 실시예 3-1. 균주 제작 - 1

[231]

[232] 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC13032의 염색체 DNA를 주형으로 한 PCR을 통하여, O-아세틸 호모세린 분해경로의 시스타치오닌 감마 신타제(cystathionine gamma-synthase)를 코딩하는 *metB* 유전자를 확보하였다. 미국 국립 보건원의 유전자은행(NIH GenBank)에서 *metB* 유전자의 염기서열 정보(NCBI 등록번호 Ncg12360, 서열번호 11)를 확보하고, 이에 근거하여 *metB* 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 12 및 13), C-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 14 및 15)를 합성하였다. 프라이머 서열은 하기 표 5에 기재하였다.

[233]

[234] [표5]

서열번호	서열명	서열
서열번호 12	metB_N_del F	GGCTTCGGAGTTGGAGCG
서열번호 13	metB_N_del R	GCCAAATAGTTTcccgggGGTAGATCAACTCCTGTAATCA
서열번호 14	metB_C_del F	CAGGAGTTGATCTACCcccgggAAACTATTTGGCGGCAAG
서열번호 15	metB_C_del R	TCGCGTCTGGGTGCGCATC

[235] ATCC13032의 염색체 DNA를 주형으로 하고, 상기 서열번호 12 및 13, 서열번호 14 및 15의 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 중합효소는 PfuUltra™ 고-신뢰 DNA 폴리머라제(Stratagene)를 사용하였으며, PCR 조건은 96°C에서 30초 변성, 53°C에서 30초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 30회 반복하여 수행하였다. 그 결과, metB 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함한 558bp의 증폭된 유전자와 metB 유전자의 C-말단 부분과 링커 부분을 포함한 527bp의 증폭된 유전자를 각각 획득하였다.

[236] 상기에서 획득한, 증폭된 두 유전자를 주형으로 하여 PCR을 수행하였으며, PCR 조건은 96°C에서 60초 변성, 50°C에서 60초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 10회 반복 후 서열번호 12 및 15를 첨가하고 중합반응을 20회 더 반복하였다. 그 결과 metB 유전자의 N-말단-링커-C-말단을 포함하는 1064bp의 불활성화 카세트를 획득하였다.

[237]

[238] pDCM2 벡터(서열번호 7, 대한민국 공개번호 제 10-2020-0136813호)는 SmaI을 처리하고 상기에서 수득한 PCR 산물(1064bp)을 SmaI 제한효소 처리한 pDCM2 벡터와 인퓨전 HD 클로닝 키트(In-Fusion® HD Cloning Kit, Clontech)를 사용하여 퓨전 클로닝하였다. 클로닝된 벡터를 대장균 DH5α에 형질전환하고 형질전환된 대장균을 카나마이신(kanamycin) 25mg/ℓ이 포함된 LB 고체배지에 도말하였다. 상기 LB배지에서 플라스미드로 형질전환된 콜로니를 선별한 후 플라스미드 추출법(미국 등록공보 US 5981235 A)을 이용하여 플라스미드를 획득하였고, 최종적으로 metB 유전자 결손 카세트가 클로닝된 pDCM2-ΔmetB 재조합 벡터를 제작하였다.

[239]

[240] 제작된 pDCM2-ΔmetB 벡터를 KCCM12634P 균주에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 metB 유전자가 불활성화된

KCCM12634PΔ*metB* 을 수득하였다. 불활성화된 *metB* 유전자는 서열번호 12과 15의 프라이머를 이용한 PCR 후 *metB* 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[241]

[242] 실시예 3-2. 균주 제작 - 2

[243]

[244] 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC13032의 염색체 DNA를 주형으로 한 PCR을 통하여, O-아세틸 호모세린 분해경로의 O-아세틸 호모세린 티올리아제(O-acetylhomoserine (thiol)-lyase)를 코딩하는 *metY* 유전자를 확보하였다. 미국 국립 보건원의 유전자은행(NIH GenBank)에서 *metY* 유전자의 염기서열 정보(NCBI 등록번호 Ncgl0625, 서열번호 16)를 확보하고, 이에 근거하여 *metY* 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 17 및 18), C-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 19 및 20)를 합성하였다. 프라이머 서열은 하기 표 6과 같았다

[245]

[246] [표6]

서열 번호	서열명	서열
서열 번호 17	<i>metY_N_del F</i>	CCAAAGACAAGGAGACCA
서열 번호 18	<i>metY_N_del R</i>	AGTCTATTTAAAGcccgggTTGGAGGTCCTTAAGAGTT TT
서열 번호 19	<i>metY_C_del F</i>	TAAGGACCTCCAAcccgggCTTTAAATAGACTCACCCC AG
서열 번호 20	<i>metY_C_del R</i>	ATGCCGAGTGCGTCGAGG

[247] ATCC13032의 염색체 DNA를 주형으로 하고, 상기 서열번호 17 및 18, 서열번호 19 및 20의 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 중합효소는 PfuUltra™ 고-신뢰 DNA 폴리머라제 (Stratagene)를 사용하였으며, PCR 조건은 96°C에서 30초 변성, 53°C에서 30초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 30회 반복하였다. 그 결과, *metY* 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함한 548bp의 증폭된 유전자와 *metY* 유전자의 C-말단 부분과 링커 부분을 포함한 550bp의

증폭된 유전자를 획득하였다. 상기에 획득한 증폭된 두 유전자를 주형으로 하여 PCR을 수행하였으며, PCR 조건은 96°C에서 60초 변성, 50°C에서 60초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 10회 반복 후 서열번호 17 및 20를 첨가하고 중합반응을 20회 더 반복하였다. 그 결과 *metY* 유전자의 N-말단-링커-C-말단을 포함하는 1077bp의 불활성화 카세트를 획득하였다.

[248] pDCM2 벡터(서열번호 7, 대한민국 공개번호 제 10-2020-0136813호)는 SmaI을 처리하고 상기에서 수득한 PCR 산물(1077 bp)을 SmaI 제한효소 처리한 pDCM2 벡터와 인퓨전 HD 클로닝 키트(In-Fusion® HD Cloning Kit, Clontech)를 사용하여 퓨전 클로닝하였다. 클로닝된 벡터를 대장균 DH5α에 형질전환하고 형질전환된 대장균을 카나마이신(kanamycin) 25mg/ℓ이 포함된 LB 고체배지에 도말하였다. 상기 LB배지에서 플라스미드로 형질전환된 콜로니를 선별한 후 플라스미드 추출법(미국 등록공보 US 5981235 A)을 이용하여 플라스미드를 획득하였고, 최종적으로 *metY* 유전자 결손 카세트가 클로닝된 pDCM2-Δ*metY* 재조합 벡터를 제작하였다.

[249]

[250] 제작된 pDCM2-Δ*metY* 벡터를 실시예 3-1에서 제작된 균주 KCCM12634PΔ*metB*에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 *metY* 유전자가 추가로 불활성화된 KCCM12634P Δ*metB* Δ*metY*을 수득하였다. 불활성화된 *metY* 유전자는 서열번호 17과 20의 프라이머를 이용한 PCR 후 *metY* 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[251]

[252] 실시예 3-3. 균주 제작 - 3

[253]

[254] 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC13032 유래의 아스파토키나아제를 코딩하는 *lysC* 유전자(서열번호 21)에 *lysC* 유전자의 발현 강화와 L-라이신(L-Lysine) 및 L-쓰레오닌(L-Threonine)에 대한 피드백 저해 해제를 위한 변이(L377K)(한국 공개특허 제10-2019-0003019호)를 도입하고, 상기 변이형 *lysC* 유전자를 포함하는 벡터를 제작하기 위하여, 변이 위치를 중심으로 5' 상단 부위를 증폭하기 위한 프라이머 한 쌍(서열번호 22 및 23)과 3' 하단 부위를 증폭하기 위한 프라이머 한쌍(서열번호 24 및 25)을 고안하였다. 프라이머 서열은 하기 표 7과 같았다.

[255]

[256] [표7]

서열 번호	서열명	서열
서열 번호 22	lysC_L377K_5 F	CAGAAGCTGGAAAAGCTCA
서열 번호 23	lysC_L377K_5 R	ATCTCAGAGGTGGAAATCttTTCGATGTTTCACGTTGA CAT
서열 번호 24	lysC_L377K_3 F	TGTCAACGTGAACATCGAAaaGATTTCCACCTCTGA GATT
서열 번호 25	lysC_L377K_3 R	TCCTTGTCGGAAGGGTTCA

[257] ATCC13032의 염색체를 주형으로 하여 서열번호 22 및 서열번호 23, 서열번호 24 및 서열번호 25의 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분간 변성 후, 95°C에서 30초 변성, 55°C에서 30초 어닐링, 72°C에서 30초 중합을 30회 반복한 후, 72°C에서 7분간 중합반응을 수행하였다. 그 결과 lysC 유전자의 변이를 중심으로 5' 상단 부위의 512 bp DNA 단편과 3' 하단 부위의 522 bp의 DNA 단편을 수득하였다.

[258] 증폭된 두 가지의 DNA 절편을 주형으로 하여, 서열번호 22 및 서열번호 25의 프라이머로 PCR을 수행하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분간 변성 후, 95°C에서 30초 변성, 55°C에서 30초 어닐링, 72°C에서 60초 중합을 30회 반복한 후, 72°C에서 7분간 중합반응을 수행하였다. 그 결과, 377번째 루이신이 라이신으로 치환된 아스파토키나아제 변이체를 코딩하는 변이 lysC(L377K) 유전자를 포함하는 1011 bp의 DNA 단편이 증폭되었다.

[259]

[260] pDCM2 벡터(서열번호 7, 대한민국 공개번호 제 10-2020-0136813호)는 SmaI을 처리하고 상기에서 수득한 PCR 산물(1011 bp)을 SmaI 제한효소 처리한 pDCM2 벡터와 인퓨전 HD 클로닝 키트(In-Fusion® HD Cloning Kit, Clontech)를 사용하여 퓨전 클로닝하였다. 클로닝된 벡터를 대장균 DH5α에 형질전환하고 형질전환된 대장균을 카나마이신(kanamycin) 25mg/ℓ이 포함된 LB 고체배지에 도말하였다. 상기 LB배지에서 플라스미드로 형질전환된 콜로니를 선별한 후 플라스미드 추출법(미국 등록공보 US 5981235 A)을 이용하여 플라스미드를 획득하였고,

최종적으로 *lysC*(L377K) 유전자가 치환된 카세트가 클로닝된 pDCM2-*lysC*(L377K) 제조합 벡터를 제작하였다.

[261]

[262] 제작된 pDCM2-*lysC*(L377K) 벡터를 실시예 3-2에서 제작된 균주 KCCM12634P Δ *metB* Δ *metY*에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 *lysC* 유전자에 뉴클레오티드 변이가 도입된 코리네박테리움 글루타미쿰 KCCM12634P Δ *metB* Δ *metY* *lysC*(L377K)을 수득하였다. 뉴클레오티드 변이가 도입된 유전자는 서열번호 22 과 25의 프라이머를 이용한 PCR을 후 시퀀싱을 통해 야생형 *lysC* 유전자의 서열과 비교를 통하여 최종 확인하였다

[263]

[264] 실시예 3-4. 내재적 유전자 NCgl0616 결손 균주 제작 - 1

[265]

[266] O-아세틸 호모세린 생성 극대화를 위하여 실시예 1-1에서 제작된 pDCM2- Δ NCgl0616 벡터를 실시예 3-3에서 제작된 균주 KCCM12634P Δ *metB* Δ *metY* *lysC*(L377K)에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 NCgl0616 유전자가 결손된 KCCM12634P Δ *metB* Δ *metY* *lysC*(L377K) Δ NCgl0616을 수득하였다. NCgl0616 유전자의 불활성 여부는 서열번호 8과 9의 프라이머를 이용한 PCR 후 NCgl0616 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[267]

[268] 실시예 3-5. 내재적 유전자 NCgl0616 결손 균주 제작 - 2

[269]

[270] 호모세린 아세틸 트랜스퍼라아제(homoserine acetyl transferase, MetX)를 코딩하는 유전자를 증폭하기 위하여 미국 국립 보건원의 유전자은행(NIH GenBank)에서 *metX* 유전자의 염기서열 정보(NCBI 등록번호 NCgl0624, 서열번호 26)를 확보하고, 이에 근거하여 프로모터 부위(개시코돈 상단 약 300bp)로부터 터미네이터 부위(종결코돈 하단 약 100bp)까지 증폭하기 위한 프라이머(서열번호 27 및 28의 양 말단에 BamHI 제한 효소 부위를 삽입하여 고안하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분간 변성 후, 95°C에서 30초 변성, 55°C에서 30초 어닐링, 72°C에서 90초 중합을 30회 반복한 후, 72°C에서 7분간 중합반응을 수행하였다. 그 결과 *metX* 유전자의 코딩 부위 1546 bp의 DNA 단편을 수득하였다. pECCG117(KR 10-0057684) 벡터와 *metX* DNA 단편을 제한 효소 BamHI으로 처리하고, DNA 접합 효소를 이용하여 연결한 후, 클로닝함으로써 플라스미드를 획득하였고 이를 pECCG117-*metX* WT라 명명하였다. 프라이머 서열은 하기 표 8과 같았다.

[271]

[272] [표8]

서열번호	서열명	서열
서열번호 27	metX F	GGATCCCCTCGTTGTTACCCAGCAACC
서열번호 28	metX R	GGATCCCAAAGTCACAACACTTATGTAG

[273] 제작된 pECCG117-metX WT 벡터를 3-3에서 제작된 균주 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) 및 실시예 3-4에서 제작된 균주 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616 에 각각 전기펄스법으로 도입한 후 카나마이신(kanamycin) 25mg/l를 함유한 선별배지에 도말하여 각각 형질전환주 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) /pECCG117-metX WT 및 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616 /pECCG117-metX WT를 획득하였다.

[274] 실시예 3-6. O-아세틸 호모세린 생산능 평가

[275]

[276] 실시예 3-3 내지 3-5에서 제작된 균주들의 O-아세틸 호모세린 생산능을 비교하고자 아래와 같은 방법으로 배양하여 배양액 중 O-아세틸 호모세린을 분석하였다.

[277]

[278] 하기의 배지 25 ml을 함유하는 250 ml 코너-바플 플라스크에 균주를 1백금이(inoculation loop) 접종하고, 33°C에서 20 시간 동안, 200 rpm으로 진탕 배양하였다. HPLC를 이용하여 O-아세틸 호모세린 농도를 분석하였으며, 분석된 농도는 표 9와 같았다.

[279]

[280] <O-아세틸 호모세린 생산배지(pH 7.2)>

[281] 포도당 30 g, KH₂PO₄ 2 g, 요소 3 g, (NH₄)₂SO₄ 40 g, 펩톤 2.5 g, CSL(Sigma) 5 g(10 ml), MgSO₄ · 7H₂O 0.5 g, 메치오닌 400 mg, CaCO₃ 20 g (중류수 1 리터 기준)

[282]

[283] [표9]

Strains	O-AH (g/L)
KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K)	1.30
KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616	1.73
KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) /pECCG117-metX WT	2.10
KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616 /pECCG117-metX WT	2.83

[284] 그 결과, 상기 표 9와 같이 대조균 균주인 KCCM12634P Δ metB Δ metY

lysC(L377K)를 배양시 O-아세틸 호모세린이 1.3 g/L 축적되며 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616 배양 시 1.73g/L의 O-아세틸 호모세린이 축적되어 대조군 대비 130% 생산능을 보이는 것을 확인하였다. 또한, KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K)/pECCG117-metX WT 균주를 배양하였을 경우 2.10g/L의 O-아세틸 호모세린이 축적되었으며, KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K) Δ NCgl0616/pECCG117-metX WT 배양 시 O-아세틸 호모세린이 2.83g/L로 KCCM12634P Δ metB Δ metY lysC(L377K)/pECCG117-metX WT 균주 대비 135%의 생산능을 보임을 확인하였다.

- [285] 따라서, O-아세틸-L 호모세린 생산능이 증대된 균주에서 내재적 유전자 NCgl0616 결손 및 불활성화 시 목적 아미노산의 생산능을 추가로 향상시킬 수 있음을 확인 하였다.
- [286]
- [287] 실시예4. 내재적 유전자(NCgl0078) 결실 균주 제작 및 O-아세틸 호모세린 및 호모세린 생산능 평가
- [288]
- [289] 실시예 4-1. NCgl0078 결손을 위한 결손 벡터 제작
- [290]
- [291] 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC13032 균주 내 NCgl0616유전자와 NCgl0078 유전자는 코리네박테리움 글루타미쿰 ATCC 13032의 2가지 SIRT형 디아세틸레이즈 동족체로 알려져 있다(Megumi Nagano-Shoji et. al., Molecular Microbiology.,104(4):677-689,2017). 이에, 미국 국립 보건원의 유전자은행(NIH GenBank)에서 NCgl0616유전자의 동족체인 NCgl0078 유전자의 염기서열 정보(NCBI 등록번호 NCgl0078, 서열번호 30)를 확보하고, 이에 근거하여 NCgl0078 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 31 및 32), C-말단 부분과 링커 부분을 포함하는 프라이머(서열번호 33 및 34)를 합성하였다. 프라이머 서열은 하기 표 10과 같았다.
- [292]

[293] [표10]

서열번호	서열명	서열
서열번호 31	0078 _del up F	GTGAATTCGAGCTCGGTACCCTTAGCCTTGTCCGAGAACC TC
서열번호 32	0078 _del up R	AAGCCACCAAAAGTcccgggTCCCCTATCCTAAGCCACATC T
서열번호 33	0078 _del down F	GCTTAGGATAGGGGAcccgggACTTTTGGTGGCTTAAGTTC G
서열번호 34	0078 _del down R	GGTCGACTCTAGAGGATCCCCTACCAACTGCGGGAGTTA CTA

[294] ATCC13032 야생형(WT)의 염색체 DNA를 주형으로 하고, 상기 서열번호 31 및 32, 서열번호 33 및 34의 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 중합효소는 PfuUltra™ 고-신뢰 DNA 폴리머라제 (Stratagene)를 사용하였으며, PCR 조건은 96°C에서 30초 변성, 53°C에서 30초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 30회 반복하였다. 그 결과, NCgl0078 유전자의 N-말단 부분과 링커 부분을 포함한 1223bp의 증폭된 유전자와 NCgl0078 유전자의 C-말단 부분과 링커 부분을 포함한 2576bp의 증폭된 유전자를 획득하였다. 상기에 획득한 증폭된 두 유전자를 주형으로 하여 PCR을 수행하였으며, PCR 조건은 96°C에서 60초 변성, 50°C에서 60초 어닐링 및 72°C에서 1분 중합을 10회 반복 후 서열번호 31 및 34를 첨가하고 중합반응을 20회 더 반복하였다. 그 결과 NCgl0078 유전자의 N-말단-링커-C-말단을 포함하는 3806bp의 불활성화 카세트를 획득하였다.

[295] pDCM2 벡터(서열번호 7, 대한민국 공개번호 제 10-2020-0136813호)는 SmaI을 처리하고 상기에서 수득한 PCR 산물(1077 bp)을 SmaI 제한효소 처리한 pDCM2 벡터와 인퓨전 HD 클로닝 키트(In-Fusion® HD Cloning Kit, Clontech)를 사용하여 퓨전 클로닝하였다. 클로닝된 벡터를 대장균 DH5α에 형질전환하고 형질전환된 대장균을 카나마이신(kanamycin) 25mg/ℓ이 포함된 LB 고체배지에 도말하였다. 상기 LB배지에서 플라스미드로 형질전환된 콜로니를 선별한 후 플라스미드 추출법을 이용하여 플라스미드를 획득하였고, 최종적으로 NCgl0078 유전자 결손 카세트가 클로닝된 pDCM2-ΔNCgl0078 재조합 벡터를 제작하였다.

[296]

[297] 제작된 pDCM2- Δ NCgl0078 벡터를 실시예 3-1에서 제작된 KCCM12634P 균주에 전기펄스법으로 형질전환하고, 2차 교차 과정을 거쳐 염색체 상에서 NCgl0078 유전자가 불활성화된 KCCM12634P Δ NCgl0078 을 획득하였다. 불활성화된 NCgl0078 유전자는 서열번호 31과 34의 프라이머를 이용한 PCR 후 NCgl0078 유전자가 불활성화되지 않은 ATCC13032와 비교하여 최종 확인하였다.

[298]

[299] 실시예 4-2. O-아세틸 호모세린 생산능 평가

[300]

[301] 실시예 2-1에서 제작된 KCCM12634P 균주 및 KCCM12634P Δ NCgl0616 균주; 및 실시예 4-1에서 제작된 KCCM12634P Δ NCgl0078 균주에 대하여, O-아세틸 호모세린(O-AH; O-Acetyl Homoserine) 생산능을 비교하고자 아래와 같은 방법으로 배양하여 배양액 중 O-아세틸 호모세린을 분석하였다.

[302]

[303] 하기의 배지 25 ml을 함유하는 250 ml 코너-바플 플라스크에 균주를 1백금이 접종하고, 33도에서 20 시간 동안, 200 rpm으로 진탕 배양하였다. HPLC를 이용하여 O-아세틸 호모세린 농도를 분석하였으며, 분석된 농도는 표 11과 같았다.

[304]

[305] <O-아세틸 호모세린 생산배지(pH 7.2)>

[306] 포도당 30 g, KH_2PO_4 2 g, 요소 3 g, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 40 g, 펩톤 2.5 g, CSL(Sigma) 5 g(10 ml), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, CaCO_3 20 g (중류수 1 리터 기준)

[307]

[308] [표11]

(플라스크 결과)

Strains	O-AH (g/L)
KCCM12634P	1.05
KCCM12634P Δ NCgl0616	1.39
KCCM12634P Δ NCgl0078	1.27

[309] 그 결과 상기 표 11과 같이 KCCM12634P 균주에서 NCgl0078 결손 시 O-아세틸 호모세린이 1.27g/L 로 KCCM12634P 대비 약 120% 생산능을 보임을 확인하였다. 따라서, 상기 결과로부터 O-아세틸 호모세린 생산능이 증가한 균주에서 NCgl0078 결손에 따른 O-아세틸 호모세린 생산능 증가 효과가 더 큰 것을 확인하였다. 또한, KCCM12634P 균주에서 NCgl0078 결손 시, 동족체인 NCgl0616 결손 시 증가되는 O-아세틸 호모세린 생산능(약 130%)과 유사한 O-아세틸 호모세린 생산능 증가 효과를 보임을 확인하였다.

- [310] 종합하면, O-아세틸-호모세린 생산능이 증가한 균주에서 내재적 유전자 NCgl0616 및 이의 동족체 NCgl0078 결손 및/또는 불활성화에 따른 O-아세틸 호모세린 생산능 증가 효과가 더 큰 것을 확인하였다.
- [311]
- [312] 이상의 설명으로부터, 본 출원이 속하는 기술분야의 당업자는 본 출원이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이와 관련하여, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 출원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 및 변형된 형태가 본 출원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된, O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 코리네박테리움 속 미생물은 코리네박테리움 글루타미쿰인 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서, 상기 SIRT형 디아세틸레이즈는 서열번호 1 또는 서열번호 2의 아미노산 서열로 이루어진 단백질인 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서, 상기 약화는 불활성화인 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 미생물은 서열번호 29 또는 서열번호 30의 핵산 염기서열이 결손된 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 미생물은 추가로 L-메치오닌/분지쇄 아미노산 배출자 YjeH 단백질 활성이 강화된 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 7] 제6항에 있어서, 상기 미생물은 서열번호 10의 아미노산 서열이 도입된 것인, 코리네박테리움 속 미생물.
- [청구항 8] SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된, O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 코리네박테리움 속 미생물을 배지에서 배양하는 단계를 포함하는, O-아세틸 호모세린의 생산 방법.
- [청구항 9] SIRT형 디아세틸레이즈 단백질 활성이 약화된, O-아세틸 호모세린 생산능을 가지는 코리네박테리움 속 미생물을 배지에서 배양하는 단계; 상기 배양된 미생물 또는 배지로부터 O-아세틸 호모세린을 생산하는 단계; 및
상기 O-아세틸 호모세린을 L-메치오닌으로 전환하는 단계를 포함하는, L-메치오닌의 생산 방법.