

명세서

발명의 명칭: 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법 및 서버

기술분야

- [1] 본 발명은 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법 및 서버에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 장균총(microbiota)은 숙주(사람)의 면역, 대사물질 등의 항상성 유지에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 장균총과 숙주는 화학물질 신호를 주고 받으며 장균총에 의한 면역세포의 발현이나 신경전달물질 생성, 단쇄지방산(SCFA; Short chain fatty acids)생성 등 숙주 내 체계에 비대한 영향을 미친다.
- [3] 프로바이오틱스/프리바이오틱스는 숙주의 불균형한 장균총을 균형화하고, 이에 따른 건강한 장균총의 대사산물이 숙주의 건강을 증진시킨다.
- [4] 기존의 프로바이오틱스는 일반 의약품과 마찬가지로, 모든 사람에게 동일한 균양(dose), 유사한 균 종(species)를 부여하고 있다.
- [5] 하지만, 사람마다 마이크로바이옴 유사성(microbiome similarity)은 50% 미만이고, 사람마다 장내 환경이 모두 다르다. 이에 따라 동일한 프로바이오틱스를 섭취한 사람이 동일한 효과를 보기는 어렵기 때문에 최근에는 프로바이오틱스를 개인 맞춤형으로 제공해야 한다는 인식 및 연구가 늘어나고 있다.
- [6] (특허문헌 1) 한국공개특허공보 제2019-0004586호 (2019.01.14. 공개)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질이 처리된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하고자 한다. 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제 해결 수단

- [8] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 제 1 측면에 따른 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법은 사용자 단말로부터 시료의 채취를 위한 키트(Kit)를 등록받는 단계; 상기 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 처리한 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출하는 단계; 상기 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 상기 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 포함하는

- 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천하는 단계를 포함할 수 있다.
- [9] 본 발명의 제 2 측면에 따른 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 서버는 사용자 단말로부터 시료의 채취를 위한 키트(Kit)를 등록받는 키트 등록부; 상기 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 처리한 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출하는 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부; 및 상기 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 상기 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 포함하는 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천하는 제품 추천부를 포함할 수 있다.
- [10] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본 발명을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 기재된 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [11] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 본 발명은 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질이 처리된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공할 수 있다.
- [12] 이를 통해, 본 발명은 장내 환경 개선 후보물질이 처리된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 따라 사용자의 장내에 필요한 장내 환경 개선 후보물질이 무엇인지 확인할 수 있고, 이에 따라 개인 맞춤형으로 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [13] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션 제공 시스템의 구성도이다.
- [14] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 도 1에 도시된 솔루션 제공 서버의 블록도이다.
- [15] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [16] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장 개선을 위한 장내 환경 개선 후보물질을 선정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장 개선을 위한 장내 환경 개선 후보물질을 선정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [18] 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장 개선을 위한 장내 환경 개선 후보물질을 선정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장 개선을 위한 장내 환경 개선 후보물질을 선정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [20] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 결과 정보를 제공하는 방법을

설명하기 위한 도면이다.

[21] 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 결과 정보를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[22] 도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 결과 정보를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[23] 도 5d는 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 결과 정보를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[24] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 제품의 추천 및 추천 제품에 따른 기대 효과를 제공하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[25] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법을 나타낸 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[26] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[27] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[28] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1 개의 유닛이 2 개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2 개 이상의 유닛이 1 개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.

[29] 본 명세서에 있어서 단말 또는 디바이스가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부는 해당 단말 또는 디바이스와 연결된 서버에서 대신 수행될 수도 있다. 이와 마찬가지로, 서버가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부도 해당 서버와 연결된 단말 또는 디바이스에서 수행될 수도 있다.

[30] 이하, 첨부된 구성도 또는 처리 흐름도를 참고하여, 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 설명하도록 한다.

[31] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션 제공 시스템의 구성도이다.

[32] 도 1을 참조하면, 맞춤형 솔루션 제공 시스템은 솔루션 제공 서버(100) 및

사용자 단말(110)을 포함할 수 있다. 다만, 이러한 도 1의 맞춤형 솔루션 제공 시스템은 본 발명의 일 실시예에 불과하므로 도 1을 통해 본 발명이 한정 해석되는 것은 아니며, 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 도 1과 다르게 구성될 수도 있다.

- [33] 일반적으로, 도 1의 맞춤형 솔루션 제공 시스템의 각 구성요소들은 네트워크(미도시)를 통해 연결된다. 네트워크는 단말들 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 근거리 통신망(LAN: Local Area Network), 광역 통신망(WAN: Wide Area Network), 인터넷 (WWW: World Wide Web), 유무선 데이터 통신망, 전화망, 유무선 텔레비전 통신망 등을 포함한다. 무선 데이터 통신망의 일례에는 3G, 4G, 5G, 3GPP(3rd Generation Partnership Project), LTE(Long Term Evolution), WIMAX(World Interoperability for Microwave Access), 와이파이(Wi-Fi), 블루투스 통신, 적외선 통신, 초음파 통신, 가시광 통신(VLC: Visible Light Communication), 라이파이(LiFi) 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.
- [34] 사용자 단말(110)은 장내 맞춤형 솔루션의 서비스를 제공받기 위해 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 접속하고, 사용자의 장내 환경을 검진하는데 사용될 키트(Kit)에 대한 정보를 사용자로부터 입력받고, 입력된 키트에 대한 정보를 솔루션 제공 서버(100)에게 전송할 수 있다. 여기서, 키트는 사용자의 시료를 채취하는데 이용되는 도구이다. 여기서, 시료는 사람의 분변으로 장균총, 장내 미생물 대사체(단쇄지방산, SCFA) 등 장내에 존재하는 물질로 구성되어 있다.
- [35] 솔루션 제공 서버(100)는 사용자 단말(110)로부터 사용자의 시료 채취를 위한 키트를 등록받은 경우, 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 처리한 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다. 여기서, 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질은 예를 들어, 락토바실러스, 비피도박테리움 등의 프로바이오틱스 또는 프리바이오틱스 중 적어도 하나 이상의 농도와 양의 비율이 다르게 혼합되어 있는 물질일 수 있다.
- [36] 솔루션 제공 서버(100)는 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 사용자의 장내 환경을 개선하는데 효과가 있는 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 포함하는 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 사용자 단말(110)에게 추천할 수 있다.
- [37] 이하에서는 도 1의 맞춤형 솔루션 제공 시스템의 각 구성요소의 동작에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [38] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 도 1에 도시된 솔루션 제공 서버(100)의 블록도이다.
- [39] 도 2를 참조하면, 솔루션 제공 서버(100)는 키트 등록부(200), 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210) 및 제품 추천부(220)를 포함할 수 있다. 다만, 도 2에 도시된 솔루션 제공 서버(100)는 본 발명의 하나의 구현 예에

불과하며, 도 2에 도시된 구성요소들을 기초로 하여 여러 가지 변형이 가능하다.

- [40] 이하에서는 도 3 내지 6을 함께 참조하여 도 2를 설명하기로 한다.
- [41] 키트 등록부(200)는 사용자 단말(110)로부터 시료의 채취를 위한 키트(Kit)를 등록받을 수 있다. 여기서, 시료는 사람의 분변으로 장균총, 장내 미생물 대사체, 단쇄지방산 등 장내에 존재하는 물질로 구성되어 있다.
- [42] 예를 들어, 도 2를 참조하면, 키트 등록부(200)는 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 접속된 사용자 단말(110)로부터 사용자의 장내 환경 검진을 위한 키트에 대한 정보를 등록받을 수 있다. 이 때, 사용자 단말(110)은 장내 맞춤형 솔루션의 서비스를 제공받기 위해 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 로그인하고, 사용자가 장내 환경을 검진하는데 사용될 키트에 대한 정보를 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 올 통해 등록할 수 있다.
- [43] 키트 등록부(200)는 사용자 단말(110)의 카메라를 통해 스캔된 키트에 표시된 디지털 코드(예컨대, QR 코드 등)를 사용자 단말(110)로부터 수신할 수 있다. 여기서, 디지털 코드에는 키트에 대한 정보(예컨대, 키트의 식별 정보 등)가 포함될 수 있다.
- [44] 문진 정보 수신부(미도시)는 사용자 단말(110)로부터 사용자의 문진 정보(301)를 수신할 수 있다. 여기서, 문진 정보(301)는 사용자의 현재 장 건강의 상태를 체크하기 위한 복수의 질문과, 각 질문에 대한 사용자의 답변을 포함할 수 있다.
- [45] 가이드부(미도시)는 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 올 통해 키트를 이용한 시료의 채취 방법(303)을 사용자 단말(110)에게 안내할 수 있다.
- [46] 가이드부(미도시)는 키트를 통해 사용자의 시료 채취가 완료된 이후 채취된 시료가 묻은 키트를 연구소(즉, 장내 미생물을 분석하는 연구소)로 반송 신청하는 방법(305)을 사용자 단말(110)에게 안내할 수 있다. 즉, 사용자는 해당 방법에 따라 시료를 샘플링한 키트를 택배봉투에 담은 후 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 올 통해 반송 요청을 신청할 수 있다. 이 후, 해당 사용자의 키트는 택배 업체를 통해 연구소로 반송될 수 있다.
- [47] 가이드부(미도시)는 사용자의 시료가 채취된 키트에 대한 반송 과정 정보(307) 및 사용자의 시료에 대한 분석 결과 정보(309)를 장내 맞춤형 솔루션 제공 어플리케이션 또는 맞춤형 솔루션 제공 웹페이지에 올 통해 사용자 단말(110)에게 안내할 수 있다.
- [48] 가이드부(미도시)는 사용자가 장내 환경 검진을 복수의 회차에 진행한 경우, 검진을 수행한 복수의 회차 각각에 대한 시료 분석 결과를 비교 가능하도록 히스토리 정보(311)를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.

- [49] 다시 도 2로 돌아오면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 PMAS(Personalized Pharmaceutical Meta-Analysis Screening)를 이용하여 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 처리한 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다.
- [50] 도 4a를 참조하면, 시료가 장내 환경 개선 물질 스크리닝용 조성물과 혼합되면, 혼합물에 각 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리되고, 배양된다. 여기서, 조성물은 장내 환경을 개선할 수 있는 후보물질을 선별하기 위한 것으로서, 장내 환경 개선의 진행상황을 확인하여 후보물질이 장내 환경을 개선할 수 있는지 여부를 평가하는 일련의 과정에서 사용되는 조성물일 수 있다. 또한, 조성물은 사용자 개인의 장내 환경을 체외에서 동일 또는 유사하게 형성하기 위한 조성물로서 체외 조건에서도 후보물질의 장내 환경 개선 여부를 정확하고 효율적으로 확인할 수 있다. 여기서, 장내 환경 개선 후보물질(403) 각각은 예를 들어, 락토바실러스, 비피도박테리움 등의 프로바이오틱스 또는 프리바이오틱스 중 적어도 하나 이상의 농도와 양의 비율이 다르게 혼합되어 있는 물질일 수 있다.
- [51] 또한, 시료에 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리된 배양물과의 비교를 위해 대조군(401)이 준비된다. 여기서, 대조군(401)은 장내 환경 개선 후보물질(403)의 처리에 따른 장내 환경 변화와 대조될 수 있는 시료(즉, 아무런 처리를 하지 않은 시료)일 수 있다.
- [52] <제 1 실시예>
- [53] 제 1 실시예에 따르면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 대조군(401)의 배양물에 대한 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출하고, 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 통해 배양된 각 배양물에 대한 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다. 이때, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 배양물의 단쇄지방산(SCFA, short-chain fatty acid)의 비율에 기초한 지수일 수 있다. 여기서, 단쇄지방산은 탄소수가 6개 이하인 짧은 길이의 지방산을 의미하는 것으로서, 장내 미생물로부터 생성되는 대표적인 대사산물이다. 또한, 단쇄지방산은 면역력 증가, 장내 림프구 안정, 인슐린 신호 저하, 교감 신경 자극 등 체내에 유용한 기능을 가지고 있다. 이러한, 단쇄지방산은 대표적으로 아세트산(Acetate), 프로피온산(Propionate), 뷰티르산(Butyrate)이 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 여기서, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 프로피온산(Propionate) 및 뷰티르산(Butyrate)에 대한 아세트산(Acetate)의 비율에 기초한 지수일 수 있다.
- [54] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 대조군(401)의 배양물을 구성하는 단쇄지방산을 측정하고, 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 처리해 배양된 각 배양물을 구성하는 단쇄지방산을 측정할 수 있다. 또한, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 대조군(401)의 배양물에 대한 단쇄지방산으로부터 프로피온산, 뷰티르산 및 아세트산 각각의 함량을

계산하고, 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 처리해 배양된 각 배양물에 대한 단쇄지방산으로부터 프로피온산, 뷰티르산 및 아세트산 각각의 함량을 계산할 수 있다.

- [55] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 대조군(401)의 배양물에 대한 단쇄지방산을 구성하는 프로피온산(*Propionate*) 및 뷰티르산(*Butyrate*)에 대한 아세트산(*Acetate*)의 비율을 계산하고, 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 통해 배양된 각 배양물에 대한 단쇄지방산을 구성하는 프로피온산 및 뷰티르산에 대한 아세트산의 비율을 계산할 수 있다. 여기서, 아세트산의 비율(A_{ratio})은 [수학식 1]을 통해 계산될 수 있다.

[56] [수학식 1]

$$[57] \quad A_{ratio} = \frac{Acetic\ acid\ (mM)}{Acetic\ acid\ (mM) + Propionic\ acid\ (mM) + Butyric\ acid\ (mM)}$$

- [58] 여기서, *Acetic acid*는 배양물의 단쇄지방산 중 아세트산의 함량이고, *Propionic acid*는 배양물의 단쇄지방산 중 프로피온산의 함량이고, *butyric acid*는 배양물의 단쇄지방산 중 뷰티르산의 함량이고, A_{ratio} 는 프로피온산 및 뷰티르산에 대한 아세트산의 비율값이다.

- [59] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 대조군(401)의 배양물에서의 아세트산의 비율값에 기초하여 대조군(401)의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출하고, 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 통해 배양된 각 배양물에서의 아세트산의 비율값에 기초하여 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)을 통해 배양된 각 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다. 여기서, 아세트산의 비율값을 [수학식 2]에 대입하면 포스트바이오틱스 기반 건강 지수가 산출된다.

[60] [수학식 2]

$$[61] \quad PBS - \frac{100}{0.6} * (0.6 - |A_{ratio} - 0.585|)$$

- [62] 여기서, A_{ratio} 는 배양물에서의 아세트산의 비율값이고, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 배양물에 대한 포스트바이오틱스 기반 건강 지수이다.

- [63] [수학식 2]를 살펴보면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 아세트산의 비율이 58.5%일 때 가장 높은 점수를 갖고, 58.5%에서 멀어질수록 점수가 낮아지도록 구성된다.

- [64] 이와 관련하여, 본 출원인은 대장내시경 검사 후 대장에서 용종이 발견된 용종 그룹과 용종이 없는 정상 그룹의 아세트산, 프로피온산 및 뷰티르산의 비율을 추적 검사하였다. 도 4b를 참조하면, 본 출원인은 해당 추적 검사를 통해 용종 그룹과 정상 그룹의 평균을 비교할 때 아세트산 비율, 프로피온산 비율, 뷰티르산 비율 중 아세트산 비율이 유의적인 차이($p\text{-value} = 0.0018$)가 있음을 확인할 수 있고, 이를 통해 정상 그룹의 아세트산 비율의 평균 값이 0.585일 때,

포스트바이오틱스 기반 건강 지수가 적정 수준임을 도출하였다.

- [65] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 산출된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 단쇄지방산 비율의 변화 정보를 판단하여 각 장내 환경 개선 후보 물질(403)의 장균총(microbiota) 개선 효능 유무를 판별할 수 있다. 여기서, 장균총은 사람의 면역, 대사물질 등의 항상성 유지에 중요한 역할을 하며, 장균총과 숙주는 화학물질 신호를 주고 받으며 장균총에 의한 면역세포의 발현이나 신경전달물질 생성, 단쇄지방산(SCFA; Short chain fatty acids) 등이 숙주 내 체계에 비대한 영향을 미친다.
- [66] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수와 대조군(401)의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 간의 차이를 [수학식 3]과 같이 계산할 수 있다.
- [67] [수학식 3]
- [68]
$$dPBS_{tri} = PBS_{tri} - PBS_{NC}, i = 1, 2, \dots, n$$
- [69] 여기서, PBS_{tri} 은 i 번째 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리된 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수이고, PBS_{NC} 은 대조군(401)의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수이다.
- [70] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 시료에 장내 환경 개선 후보물질을 처리하지 않은 대조군(401)의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 및 시료에 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리된 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 차이에 기초하여 적어도 하나의 배양물을 선정할 수 있다. 예를 들어, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 시료에 장내 환경 개선 후보물질을 처리하지 않은 대조군(401)의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 및 시료에 장내 환경 개선 후보물질(403)이 처리된 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 차이가 가장 큰 하나의 배양물을 선정할 수 있다.
- [71] 제품 추천부(220)는 선정된 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 포함하는 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천할 수 있다. 여기서, 장내 환경 개선을 위한 제품은 프로바이오틱스, 프리바이오틱스, 식품, 건강기능성 식품 및 의약품 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [72] 예를 들어, 도 6를 참조하면, 제품 추천부(220)는 사용자의 장내 환경 개선에 효과를 보이는 장내 환경 개선 후보물질이 포함된 추천 제품(예컨대, 포스트바이오틱스 B 제품)에 대한 정보 및 해당 추천 제품을 복용할 경우 장내 환경 개선의 예상 변화율에 대한 정보(601)를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.
- [73] 제품 추천부(220)는 대조군(401)의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 및 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 차이가 가장 큰

배양물의 배양을 위해 처리한 장내 환경 개선 후보물질들을 포함하는 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천할 수 있다.

- [74] 예를 들어, 제품 추천부(220)는 대조군(401)의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 및 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 차이가 가장 큰 배양물에 처리된 장내 환경 개선 후보물질들을 포함하는 제품을 추천할 경우에 나타나는 효과에 대한 정보(603)를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.

[75] <제 2 실시예>

- [76] 제 2 실시예에 따르면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질들을 처리한 적어도 하나의 배양물의 아세트산 및 뷰티르산 각각의 증감 및 함량에 기초하여 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다.

- [77] 도 4c를 참조하면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 장내 환경 개선 후보물질들을 처리한 시료의 아세트산의 함량(A_{tri})과 뷰티르산의 함량(B_{tri})과 대조군의 아세트산의 함량(A_{NC})과 뷰티르산의 함량(B_{NC}) 간의 차이값을 [수학식 4]와 같이 계산할 수 있다.

[78] [수학식 4]

$$[79] \quad dA_{tri} = A_{tri} - A_{NC}, i = 1, 2, \dots, n$$

$$dB_{tri} = B_{tri} - B_{NC}, i = 1, 2, \dots, n$$

- [80] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 장내 환경 개선 후보물질 별로 아세트산의 차이값 및 뷰티르산의 차이값으로 구성된 좌표점(dA_{tri} , dB_{tri})을 좌표평면에 표시할 때, 해당 좌표점의 위치에 따라 각 장내 환경 개선 후보물질이 어떤 효과를 나타내는지 판단할 수 있다.

- [81] 장내 SCFA (short chain fatty acid) 비율에 있어서, 대장암이나 용종이 있는 사람이 건강한 사람보다 아세트산의 비율이 높고, 뷰티르산 비율이 낮게 나타난다고 알려져 있다. 따라서, 본원에서는 단순히 아세트산 혹은 뷰티르산의 증감만이 아닌 이 두 수치의 변화량을 함께 고려한다. 예를 들어, 도 4c의 도면 부호 40은 장내 환경 개선 후보 물질을 처리한 시료와 대조군의 시료를 8가지 영역으로 구분한 좌표평면을 나타낸 도면이다.

- [82] ①~④는 장내 환경 개선 후보 물질을 처리한 시료의 뷰티르산 양이 증가하는 경우인데, ①은 아세트산 양과 뷰티르산 양이 모두 증가하며, 아세트산 증가폭($|dA|$)이 뷰티르산 증가폭($|dB|$) 보다 큰 경우에 해당된다. ②는 아세트산 양과 뷰티르산 양이 모두 증가하며, 뷰티르산 증가폭이 아세트산 증가폭 보다 큰 경우에 해당된다. ③은 아세트산 양은 감소하고 뷰티르산 양은 증가하며, 뷰티르산 증가폭이 아세트산 감소폭 보다 큰 경우에 해당된다. ④는 아세트산 양은 감소하고 뷰티르산 양은 증가하며, 아세트산 감소폭이 뷰티르산 증가폭보다 큰 경우에 해당된다.

- [83] ①~④에 해당하는 경우, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는

뷰티르산 증가폭이 아세트산 증가폭(혹은 감소폭) 보다 큰 경우를 좋은 상태라고 판단하고, dB 축에 가까울 수록 장내 환경 개선 후보 물질의 효과가 좋다고 판단할 수 있다.

- [84] ⑤~⑧은 장내 환경 개선 후보 물질을 처리한 시료의 뷰티르산 양이 감소하는 경우인데, ⑤는 아세트산 양과 뷰티르산 양이 모두 감소하며, 아세트산 감소폭이 뷰티르산 감소폭 보다 큰 경우에 해당된다. ⑥은 아세트산 양과 뷰티르산 양이 모두 감소하며, 뷰티르산 감소폭이 아세트산 감소폭 보다 큰 경우에 해당된다. ⑦은 아세트산 양은 증가하고 뷰티르산 양은 감소하며, 뷰티르산 증가폭이 아세트산 감소폭 보다 큰 경우에 해당된다. ⑧은 아세트산 양은 증가하고 뷰티르산 양은 감소하며, 아세트산 증가폭이 뷰티르산 감소폭 보다 큰 경우에 해당된다.
- [85] ⑤~⑧에 해당하는 경우, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 뷰티르산 감소폭이 아세트산 증가폭(혹은 감소폭) 보다 작은 경우를 나빠진 상태라고 판단하고, dB 축에 가까울 수록 장내 환경 개선 후보 물질의 효과가 나쁘다고 판단할 수 있다.
- [86] 예를 들어, 뷰티르산의 차이값이 0보다 크고, Best 축(dB 축)에 가까운 장내 환경 개선 후보 물질은 효과가 좋고, 뷰티르산의 차이값이 0보다 작고, Worst 축(dB 축)에 가까운 장내 환경 개선 후보 물질은 효과가 좋지 않다고 판단될 수 있다.
- [87] 도 4c의 도면 부호 42 및 44를 함께 참조하면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 장내 환경 개선 후보 물질 별 좌표점(dA_{tri} , dB_{tri})이 x축과 이루는 각이 θ_{tri} 라고 할 때, θ_{tri} 를 [수학식 5]를 통해 계산할 수 있다. 보통 뷰티르산의 값이 아세트산의 값보다 1/3정도 작기 때문에 dB_{tri} 값을 3배수로 하여 계산할 수 있다.
- [88] [수학식 5]
- [89]
$$\theta_{tri} = \tan^{-1} \frac{dB_{tri} \times 3}{dA_{tri}}, i = 1, 2, \dots, n$$
- [90] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 [수학식 5]를 통해 계산된 θ_{tri} 값을 통해 $\sin\theta_{tri}$ 값을 계산하고, $\sin\theta_{tri}$ 의 값이 1에 가까울수록 장내 환경 개선 후보 물질의 효과가 좋다고 판단하고, $\sin\theta_{tri}$ 의 값이 -1에 가까울수록 장내 환경 개선 후보 물질의 효과가 좋지 않다고 판단할 수 있다.
- [91] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 각 장내 환경 개선 후보 물질이 처리된 각 배양물에 대한 $\sin\theta_{tri}$ 의 값을 계산하고, $\sin\theta_{tri}$ 이 가장 큰 장내 환경 개선 후보 물질을 선정할 수 있다.
- [92] 제품 추천부(220)는 $\sin\theta_{tri}$ 이 가장 큰 장내 환경 개선 후보 물질을 포함하는 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천할 수 있다. 여기서, 장내 환경 개선을 위한 제품은 프로바이오틱스, 프리바이오틱스, 식품, 건강기능성 식품 및 의약품 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [93] 예를 들어, 도 6를 참조하면, 제품 추천부(220)는 $\sin\theta_m$ 이 가장 큰 장내 환경 개선 후보 물질을 포함하는 장내 환경 개선을 위한 제품을 제품을 추천할 경우에 나타나는 효과에 대한 정보(605)를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.
- [94] 본 출원인은 64명을 대상으로 간이임상을 진행하여 본 발명의 효과를 검증했다. 도 4d는 이러한 간이임상 결과를 나타낸다.
- [95] 도 4d를 참조하면, 도면부호 46은 제 1 실시예에 따라 추천된 제품을 섭취한 후 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 점수 변화를 나타내고, 도면부호 48은 제 2 실시예에 따라 추천된 제품을 섭취한 후 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 점수 변화를 나타낸다.
- [96] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 사용자의 시료에 포함된 단쇄지방산의 비율을 계산하고, 계산된 단쇄지방산의 비율 중 아세트산이 차지하는 비율을 산출할 수 있다.
- [97] 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 [수학식 1] 내지 [수학식 2]를 이용하여 사용자의 시료에 포함된 단쇄지방산에서 프로피온산 및 뷰티르산에 대한 아세트산의 비율을 계산하고, 계산된 아세트산의 비율에 기초하여 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다.
- [98] 도 5a 내지 5b를 참조하면, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210)는 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 기설정된 복수의 그룹 중 어느 한 그룹으로 분류할 수 있다. 장내 결과 제공부(미도시)는 확인된 그룹에 기초하여 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 대한 정보(501)를 평균 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 대한 정보(503)와 비교하여 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.
- [99] 도 5c를 참조하면, 장내 결과 제공부(미도시)는 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수의 산출의 요인인 사용자의 단쇄지방산의 비율 정보를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다. 또한, 장내 결과 제공부(미도시)는 사용자의 단쇄지방산을 이루는 아세트산의 비율, 프로피온산의 비율, 뷰티르산의 비율 각각에 대한 지수 정보를 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.
- [100] 도 5a 및 5d를 함께 참조하면, 장내 결과 제공부(미도시)는 기설정된 복수의 그룹 중 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수가 속하는 그룹에 따라 사용자의 식생활 솔루션 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 5a를 참조할 때, 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수가 '중 또는 하' 그룹에 속하는 경우, 장내 결과 제공부(미도시)는 사용자의 장내에 단쇄지방산이 부족한 상태이므로 단쇄지방산을 보충하는 음식 정보(예컨대, 양배추, 통곡물, 고구마, 사과, 카카오넵스 등의 섭취를 권고하는 솔루션)을 사용자 단말(110)에게 제공할 수 있다.
- [101] 또는, 사용자의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수가 '상' 그룹에 속하는 경우, 장내 결과 제공부(미도시)는 사용자 장내에서 락토바실러스, 비피도박테리움 중 낮은 수치에 있는 것에 대한 솔루션(예컨대, 락토바실러스의 수치가 낮은 경우,

치즈, 케리프, 김치, 요거트 등의 섭취를 권고하는 락토바실러스 솔루션을 제공)을 제공하고, 락토바실러스 및 비피도박테리움의 동일 수처에 있는 경우, 비피도박테리움 솔루션(예컨대, 베리류, 치커리, 양파, 당근, 마늘 등의 섭취를 권고하는 솔루션)을 제공할 수 있다.

- [102] 한편, 당업자라면, 키트 등록부(200), 포스트바이오틱스 기반 건강 지수 산출부(210) 및 제품 추천부(220) 각각이 분리되어 구현되거나, 이 중 하나 이상이 통합되어 구현될 수 있음을 충분히 이해할 것이다.
- [103] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른, 장내 환경 개선을 위한 맞춤형 솔루션을 제공하는 방법을 나타낸 흐름도이다.
- [104] 도 7을 참조하면, 단계 S701에서 솔루션 제공 서버(100)는 사용자 단말(110)로부터 시료의 채취를 위한 키트를 등록받을 수 있다.
- [105] 단계 S703에서 솔루션 제공 서버(100)는 시료에 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 처리한 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수를 산출할 수 있다. 여기서, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 배양물의 단쇄지방산의 비율에 기초하여 산출될 수 있다. 또한, 포스트바이오틱스 기반 건강 지수는 배양물의 단쇄지방산을 구성하는 프로피온산 및 뷰티르산에 대한 아세트산의 비율에 기초하여 산출될 수 있다.
- [106] 단계 S705에서 솔루션 제공 서버(100)는 적어도 하나의 배양물의 포스트바이오틱스 기반 건강 지수에 기초하여 적어도 하나의 장내 환경 개선 후보물질을 포함하는 적어도 하나의 장내 환경 개선을 위한 제품을 추천할 수 있다. 여기서, 장내 환경 개선을 위한 제품은 프로바이오틱스, 프리바이오틱스, 식품, 건강기능성 식품 및 의약품 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [107] 상술한 설명에서, 단계 S701 내지 S705는 본 발명의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다.
- [108] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [109] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는

각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

- [110] 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.