

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0039871

(43) 공개일자 2025년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01N 33/12 (2006.01) A01N 25/10 (2006.01)

A01P 1/00 (2006.01) A01P 3/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A01N 33/12 (2013.01)

A01N 25/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-0049458

(22) 출원일자 2024년04월12일

심사청구일자 2024년04월12일

(30) 우선권주장

1020230122755 2023년09월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이정현

서울특별시 성북구 종암로27길 37 (종암동, 삼성래미안아파트) 115동 1101호

윤명지

경상북도 영천시 창신1길 42, 104동 2501호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인다나

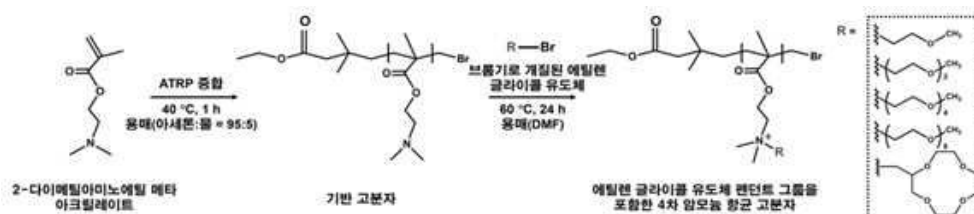
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 갖는 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물

(57) 요약

본 발명은 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 갖는 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물에 관한 것으로, 본 발명에 따른 4차 암모늄 항균 고분자는 생체 적합성이 우수한 에틸렌 글라이콜 유도체를 펜던트기로 가지기 때문에, 우수한 항균성을 가짐과 동시에 낮은 세포독성을 나타낸다는 장점을 가진다. 또한, 고분자 형태로 합성된 항균 고분자는 항균 안정성과 지속력이 우수하여, 다양한 산업 분야의 소재로 활용될 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A01P 1/00 (2021.08)

A01P 3/00 (2021.08)

(72) 발명자

이재성

서울특별시 성북구 장월로9가길 22 성원빌라 104호

신승수

서울특별시 성북구 인촌로27길 52-9 청안 509호

박성준

서울특별시 성동구 동호로 100 (금호동3가, 두산아파트) 111동 1201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711191806
과제번호	R2304461
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)(유형1-2)중견연구(연평균연구비 1억원~2억원 이내)
연구과제명	전주기적 폐기물-프리 친환경 수처리 분리막 개발
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415185320
과제번호	R2011104
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술기획평가원
연구사업명	소재부품기술개발
연구과제명	바이오 여과막용 고성능 분리막개발 및 특성평가 분석기술개발
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

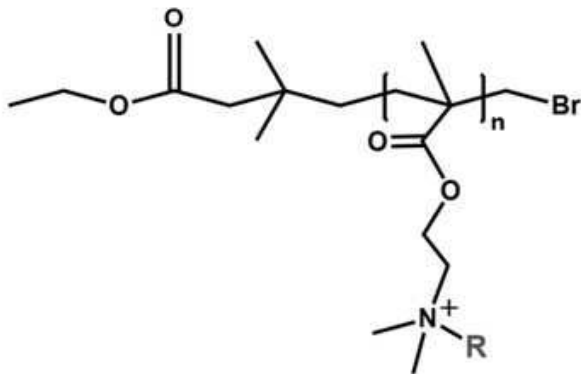
명세서

청구범위

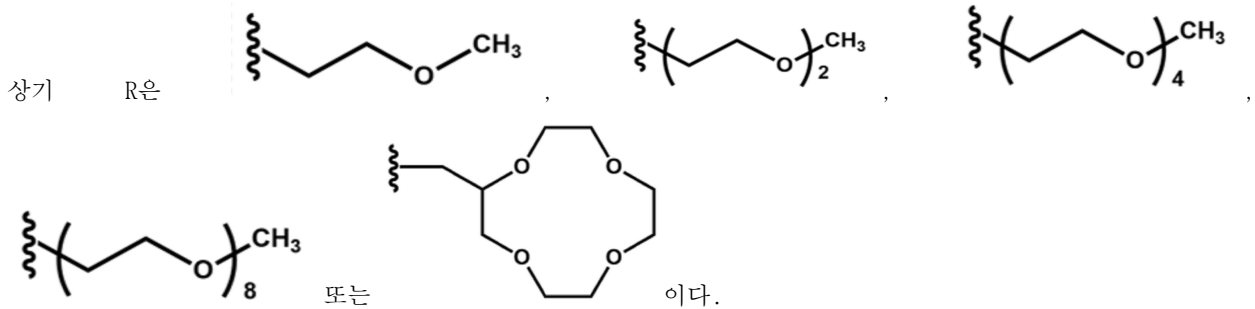
청구항 1

하기 화학식 1의 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물;

[화학식 1]



상기 n은 3내지 10000의 정수이며, 및



청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 항균은 황색포도상구균(staphylococcus aureus), 대장균(escherichia coli), 녹농균(pseudomonas aeruginosa), 스티코코쿠스 바실라리스(stichococcus bacillaris), 페니실리움 퍼퍼로게눔(penicillium purpurogenum), 슈도모나스 플루오르센스(pseudomonas fluorescens), 로도토룰라 루브라(rhodotorula rubra), 스포로볼로미세스 로세우스(sporobolomyces roseus), 오실라토리아 테누이스(oscillatoria tenuis), 오랑캐꽃말속(trentepohlia aurea), 칸디다 알비칸스(candida albicans), 아스퍼질러스 나이거(aspergillus niger), 채토미움 그로보섬(chaetomium globosum), 또는 사카로미이세스 세레비지애(saccharomyces cerevisiae)에 대한 항균인 것인 항균용 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 항균용 조성물은 HC₅₀/MBC 값이 1 내지 32 이고,

상기 HC₅₀은 적혈구에 대한 50% 용혈 활성 농도이며,

상기 MBC는 균에 대한 최소 살균 농도인 항균용 조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 항균용 조성물은 LC_{50}/MBC 값이 0.05 내지 0.7 이고,
상기 LC_{50} 은 세포에 대한 50% 치사 농도이며,
상기 MBC는 균에 대한 최소 살균 농도인 항균용 조성물.

청구항 5

제 1 항에 따른 항균용 조성물을 포함하는 제품.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
상기 제품은 용액, 현탁액, 유탁액, 페이스트, 젤, 크림, 팩트, 파우더, 유탁액 파운데이션, 왁스 파운데이션, 스프레이, 비누, 세안클렌징, 바디클렌징, 헤어샴푸, 헤어린스, 다목적세정제, 물티슈, 세탁세제, 탈취제, 공기 세정제, 실내방향제, 발향제, 섬유유연제, 살균제품, 항균제품, 소독제품, 식품 포장재, 항균첨가제 또는 제균 제인 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 갖는 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 항균 고분자는 박테리아와 같은 미생물을 죽이거나 성장을 억제시키는 능력이 있는 고분자를 의미한다. 항균 고분자는 의료기기, 생활용품, 자동차, 식품 포장, 전자 제품, 의류 등 다양한 산업 분야에서 활용되며, 박테리아와 미생물의 번식을 억제하여 위생적인 환경을 제공하고 인체유해성을 최소화하는 역할을 한다.

[0003] 양이온성 항균 고분자는 양전하를 띄는 기능기를 가지고 있어, 음전하를 띄는 박테리아 세포막과 강력하게 상호 작용하고, 이를 통해 세포막을 파괴하여 박테리아를 효과적으로 사멸시킨다. 주로 4차 암모늄(quaternary ammonium)과 포스포늄(phosphonium) 기능기를 가진 고분자들이 양이온성 항균 고분자로 활용되며, 특히 4차 암모늄 고분자의 경우, 빠른 항균 작용, 높은 화학적 안정성 및 대규모 합성의 용이성 때문에 광범위하게 연구되고 있다. 그러나 4차 암모늄 고분자는 높은 세포독성을 가지고 있다는 단점이 있다.

[0004] 4차 암모늄 고분자의 세포독성을 낮추고자 친수성/소수성 기능기의 비율을 조절하거나, 4차 암모늄 기능기의 펜던트기를 변경하는 등의 연구가 이루어져 왔다. 특히 4차 암모늄 기능기의 펜던트기를 변경하는 것은 항균성과 세포독성을 조절할 수 있는 간편하고 효과적인 방법으로 알려져 있다. 그러나, 기존의 펜던트기들은 항균성과 세포독성을 함께 증가 또는 감소시키기 때문에, 박테리아에 대한 선택적인 항균 효과를 나타내지 못한다는 한계가 있었다. 따라서 세포독성이 낮으면서 항균성이 우수한 4차 암모늄 고분자의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

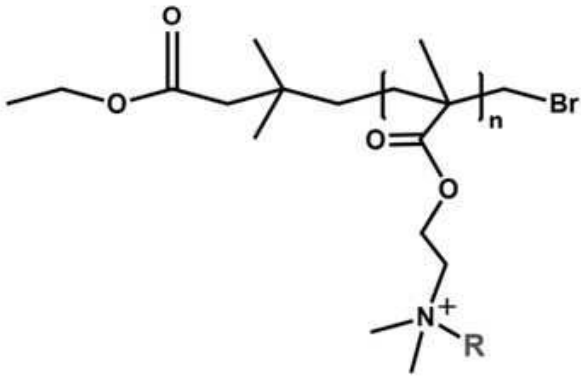
[0005] 본 발명은 상기와 같은 4차 암모늄 고분자의 높은 세포독성을 해결하고자, 4차 암모늄기의 펜던트기로 생체 적합성이 우수한 에틸렌 글라이콜 유도체를 도입하였으며, 세포독성이 낮고 항균 활성이 우수함을 확인하였다.

[0006] 따라서 본 발명은 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 갖는 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

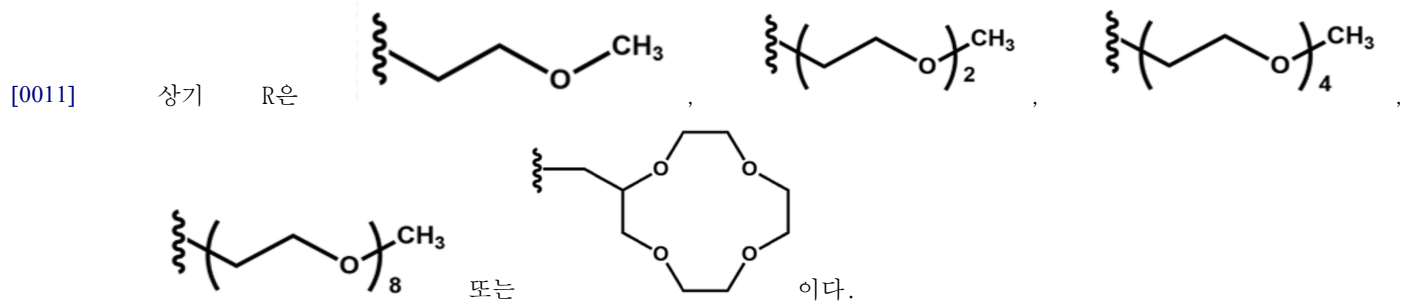
[0007] 본 발명은, 하기 화학식 1의 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물을 제공한다.

[0008] [화학식 1]



[0009]

[0010] 상기 n은 3 내지 10000의 정수이며, 및



[0012] 또한, 본 발명은 상기 항균용 조성물을 포함하는 제품을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 4차 암모늄 항균 고분자는 생체 적합성이 우수한 에틸렌 글라이콜 유도체를 펜던트기로 가지기 때문에, 우수한 항균성을 가짐과 동시에 낮은 세포독성을 나타낸다는 장점을 가진다. 또한, 고분자 형태로 합성된 항균 고분자는 항균 안정성과 지속력이 우수하여, 다양한 산업 분야의 소재로 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 브로미기로 개질된 에틸렌 글라이콜 유도체의 합성 방법의 모식도이다.

도 2는 브로미기로 개질된 에틸렌 글라이콜 유도체의 화학적 구조 분석 그래프이다.

도 3은 본 발명에 따른 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 고분자 합성 방법의 모식도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 해당하는 기반 고분자와 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 고분자의 화학적 구조 분석 그래프이다.

도 5는 본 발명의 비교예에 해당하는 기반 고분자와 알킬 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 고분자의 화학적 구조 분석 그래프이다.

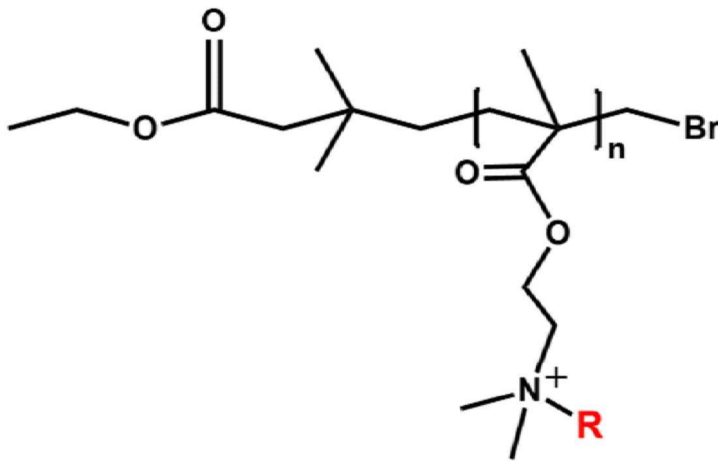
도 6은 본 발명의 실시예 및 비교예의 항균 작용 속도의 비교 분석 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명한다.

[0016] 본 발명은 하기 화학식 1의 4차 암모늄 고분자를 포함하는 세포독성이 낮은 항균용 조성물을 제공한다;

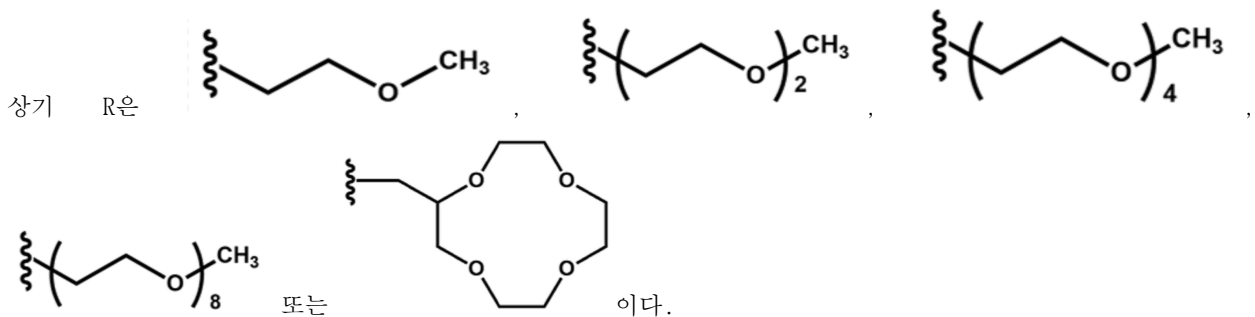
[0017] [화학식 1]



[0018]

[0019] 상기 n은 3 내지 10000의 정수이며, 및

[0020]



[0021]

상기 항균은 황색포도상구균(staphylococcus aureus), 대장균(escherichia coli), 녹농균(pseudomonas aeruginosa), 스티코코쿠스 바실라리스(stichococcus bacillaris), 페니실리움 퍼피로게눔(penicillium purpurogenum), 슈도모나스 플루오르센스(pseudomonas fluorescens), 로도토룰라 루브라(rhodotorula rubra), 스포로볼로미세스 로세우스(sporobolomyces roseus), 오실라토리아 테누이스(oscillatoria tenuis), 오랑캐꽃말속(trentepohlia aurea), 칸디다 알비칸스(candida albicans), 아스퍼질러스 나이거(aspergillus niger), 채토미움 그로보섬(chaeatomium globosum), 또는 사카로미이세스 세레비지애(saccharomyces cerevisiae)에 대한 항균일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 가장 바람직하게는 황색포도상구균(staphylococcus aureus) 및 대장균(escherichia coli)에 대한 항균 활성일 수 있다.

[0022]

상기 항균용 조성물은 HC₅₀/MBC 값이 1 내지 32 일 수 있다. 바람직하게는 1 내지 13 일 수 있다. HC₅₀은 적혈구에 대한 50% 용혈 활성 농도이며, MBC는 균, 특히 박테리아에 대한 최소 살균 농도를 의미한다.

[0023]

상기 항균용 조성물은 LC₅₀/MBC 값이 0.05 내지 0.7 일 수 있다. 바람직하게는 0.07 내지 0.65일 수 있다. LC₅₀은 세포에 대한 50% 치사 또는 사멸 농도이며, MBC는 균, 특히 박테리아에 대한 최소 살균 농도를 의미한다.

[0024]

HC₅₀ 및 LC₅₀은 수치가 높을수록 세포독성이 낮은 것을 의미하고, MBC는 수치가 낮을수록 항균성이 높은 것을 의미한다.

[0025]

본 발명은 본 발명에 따른 항균용 조성물을 포함하는 제품을 제공한다.

[0026]

상기 제품은 용액, 현탁액, 유탁액, 페이스트, 젤, 크림, 팩트, 파우더, 유탁액 파운데이션, 왁스 파운데이션, 스프레이, 비누, 세안클렌징, 바디클렌징, 헤어샴푸, 헤어린스, 다목적세정제, 물티슈, 세탁세제, 탈취제, 공기세정제, 실내방향제, 발향제, 섬유유연제, 살균제품, 향균제품, 소독제품, 식품 포장재, 향균첨가제 또는 제균제일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한 상기 제품을 제조하는데 사용될 수 있는 당업계에 알려진 첨가물을 추가로 포함할 수 있다.

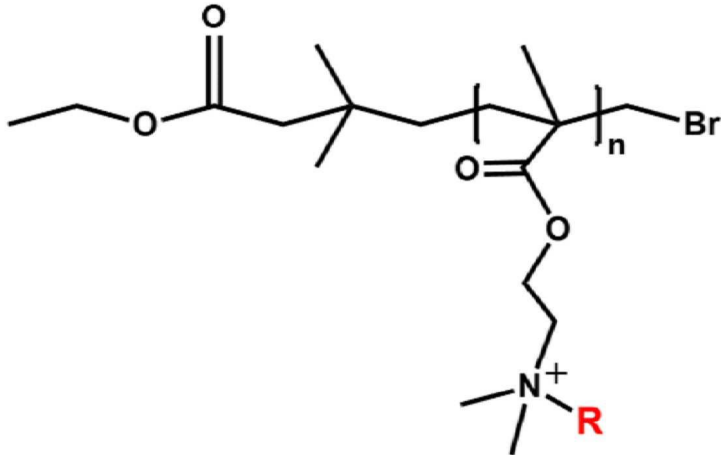
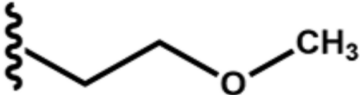
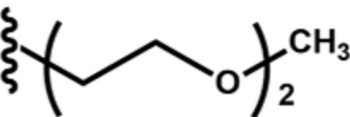
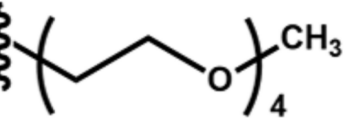
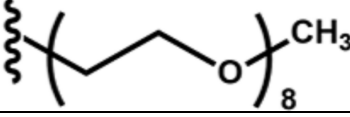
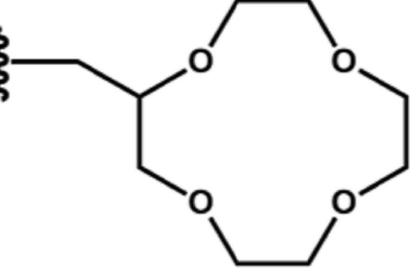
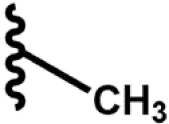
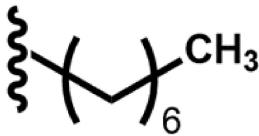
[0027]

본 발명의 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 갖는 4차 암모늄 고분자는 다음과 같은 방법으로 합성될 수

있다.

- [0028] 1. 브롬기로 개질된 에틸렌 글라이콜 유도체 합성
- [0029] 도 1 및 하기의 방법으로, 테트라에틸렌 글라이콜 모노메틸 에테르, 옥타에틸렌 글라이콜 모노메틸 에테르, 및 2-하이드록시메틸-(12-클라운-4)의 분자 구조 말단에 존재하는 하이드록실기(hydroxyl)를 브롬기(-Br)로 개질하여, 할라이드 형태로 전환시켰다:
- [0030] 1-1) 에틸렌 글라이콜 유도체(49.90 mmol)를 디에틸 에테르(diethyl ether) 용매(50 mL)에 녹인 후, 아르곤 기체를 채운다.
- [0031] 1-2) 포스포러스 트리브로마이드(phosphorus tribromide, PBr_3) (42.10 mmol)를 1시간 동안 유도체 용액에 천천히 첨가하고, 25° C에서 12시간 동안 반응시킨다.
- [0032] 1-3) 반응 후, 용매와 미반응한 에틸렌 글라이콜 유도체 및 PBr_3 를 제거하기 위해, 다이클로로메탄(dichloromethane)과 수산화 나트륨(sodium hydroxide) 수용액을 이용해 용매 추출법(solvent extraction)으로 정제한다.
- [0033] 이렇게 제조된 브롬기로 개질된 에틸렌 글라이콜 유도체를 ^1H NMR 스펙트럼 통해 분석하여 도 2에 나타내었다.
- [0034] 2. 기반 고분자 합성
- [0035] 도 3 및 하기의 방법으로, 2-다이메틸아미노에틸 메타아크릴레이트를 단량체로 사용하여, 원자전이 라디칼 중합법(Atom Transfer Radical Polymerization)을 통해 3차 아민 기능기를 가진 기반 고분자를 합성하였다:
- [0036] 2-1) 반응 촉매인 브롬화구리(I) (copper(I) bromide) (0.0104 g)와 2-다이메틸아미노에틸 메타아크릴레이트(21.4362 mL)를 혼합하고, 리간드인 2,2'-바이피리딘(2,2'-bipyridine) (0.0057 g), 개시제인 에틸 2-브로모아이소부테레이트(ethyl 2-bromoisobutyrate) (0.0053 mL), 반응 용매인 아세톤-물(acetone-water, 95:5, 80 mL)을 혼합하고 아르곤 기체를 주입한다.
- [0037] 2-2) 혼합물을 40° C에서 1시간 동안 반응 후, 중합된 화합물을 실리카(silica)/알루미나(alumina)로 채워진 컬럼(column)에 여과하여 구리 잔류물을 제거한다.
- [0038] 2-3) 용매와 잔여 화합물을 제거하기 위해, 여과된 용액을 *n*-헥산(*n*-hexane)으로 침전시키고 48시간 동안 진공 건조한다.
- [0039] 3. 에틸렌 글라이콜기 도입을 통한 4차 암모늄화
- [0040] 도 3 및 하기의 방법으로, 앞서 합성된 기반 고분자인 폴리(2-다이메틸아미노에틸 메타아크릴레이트)에 브롬기를 가진 에틸렌 글라이콜 유도체와 반응시켜 4차 암모늄 고분자를 합성한다:
- [0041] 1) 폴리(2-다이메틸아미노에틸 메타아크릴레이트)와 브롬기를 가진 에틸렌 글라이콜 유도체를 각각 다른 용기에 서 다이메틸포름아마이드(dimethyl formamide)에 용해시킨 후, 아르곤 기체를 채운다.
- [0042] 2) 제조된 고분자 용액에 브롬기를 가진 에틸렌 글라이콜 유도체 용액을 천천히 첨가한 뒤, 60° C에서 24시간 동안 반응시킨다.
- [0043] 3) 반응 후, 생성물을 디에틸 에테르 용매에 침전법으로 정제한다.
- [0044] 이어서, 이하, 본 발명을 하기 실험예 및/또는 제조예에 의해 상세히 설명한다. 단, 하기 실험예 및/또는 제조예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실험예 및/또는 제조예에 의해 한정되는 것은 아니다. 또한, 이들 실험예 및/또는 제조예는 본 발명에 대한 이해를 돕기 위한 목적인 것이므로, 어떤 의미로든 본 발명의 범위가 이들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0045] <실험예> 실시예 및 비교예의 4차 암모늄 고분자 활성 비교
- [0046] 다음 표 1, 도 4 및 도 5에 표시된 실시예 및 비교예의 4차 암모늄 고분자를 이용하여 하기의 항균 및 세포독성 활성을 확인하였다.

표 1

	
구분	R
실시예 A	
실시예 B	
실시예 C	
실시예 D	
실시예 E	
비교예 A	
비교예 B	

<실험예 1> 4차 암모늄 고분자의 항균 활성 확인

- [0049] 1-1. 박테리아 준비
- [0050] 제조된 4차 암모늄 고분자의 항균성은 황색포도상구균(staphylococcus aureus, KCTC 3881)과 대장균(escherichia coli, ATCC 47076)에 대한 진탕 플라스크 방법(shaking flask method)을 통해 평가하였다.
- [0051] 박테리아(황색포도상구균, 대장균) 현탁액을 만들기 위하여, 두 종류의 박테리아를 37° C에서 19시간 동안 배양시킨 후, mL당 1×10^6 CFU (colony-forming unit) 농도로 Mueller-Hinton broth (MH) 용액에 재분산한다.
- [0052] 1-2. 항균 활성 실험
- [0053] 준비된 박테리아(황색포도상구균, 대장균) 용액에 합성된 4차 암모늄 항균 고분자를 0 ~ 10 mM 농도로 넣은 후, 37° C에서 12시간 동안 박테리아(황색포도상구균, 대장균)를 배양시킨다.
- [0054] 배양된 박테리아(황색포도상구균, 대장균)의 농도를 1×10^6 CFU/mL가 되도록 희석한 뒤, 0.1 mL의 용액을 한천배지(MH agar plate)에 스프레딩(spreading)한다.
- [0055] 스프레딩 된 한천배지를 37° C에서 12시간 동안 배양한 후, 생존한 박테리아를 확인한다.
- [0056] 상기 항균성 실험을 통해, 박테리아가 모두 사멸되는 최소 농도(MBC)를 확인하였다.
- [0057] <실험예 2> 4차 암모늄 고분자의 용혈 활성 확인
- [0058] 2-1. 적혈구 준비
- [0059] 용혈 활성의 실험은 인산완충 생리식염수(phosphate buffered saline, PBS)에 쥐 적혈구를 사용하여 수행하였다.
- [0060] 혈액 응고를 방지하기 위해 158 USP (united states pharmacopeia) 단위의 헤파린나트륨(heparin sodium)을 함유한 튜브에 수컷 쥐의 혈액을 채취하여 4° C에서 10분간 1,000 rpm으로 원심분리한 후, 혈장을 조심스럽게 제거하고 적혈구를 PBS로 세 번 세척한다.
- [0061] PBS 및 1% 트리톤 X-100(Triton X-100)으로 처리된 적혈구를 각각 음성 및 양성 대조군으로 사용했으며, 1% 트리톤 X-100 처리된 웰(well)은 100% 용혈 활성으로 설정하였다.
- [0062] 2-2. 용혈 활성 실험
- [0063] 96웰 플레이트에서 10% 적혈구 현탁액(150 μ L)과 4차 암모늄 항균 고분자 용액(0 ~ 10 mM, 50 μ L)을 혼합한다.
- [0064] 혼합물이 담긴 96웰 플레이트를 37° C에서 1시간 동안 배양하고, 플레이트를 3,500 rpm에서 5분간 원심분리한 후, 상층액(100 μ L)을 새로운 96웰 플레이트에 옮긴다.
- [0065] 마이크로 플레이트 판독기를 통해 각 웰의 540 nm 파장대에서의 흡광도를 측정하여 용혈 활성을 평가한다.
- [0066] 상기 용혈 활성 실험을 통해, 적혈구에 대한 50% 용혈 활성을 나타내는 농도(HC₅₀)를 확인하였다.
- [0067] <실험예 3> 4차 암모늄 고분자의 세포독성 확인
- [0068] 3-1. 세포준비 과정
- [0069] 인간 표피세포(HaCaT)를 5% CO₂에서 10%(w/v) 소태아혈청(fetal bovine serum)과 100 units/mL 페니실린 및 100 mg/mL 스트렙토마이신을 혼합한 DMEM (Dulbecco's modified Eagle's medium)배지에 37° C 조건에서 배양한다.
- [0070] 3-2. 세포독성 실험
- [0071] 96웰 플레이트의 각 웰에 2×10^4 세포를 분배한 뒤 세포 밀도가 약 70%에 도달하면, 4차 암모늄 항균 고분자 용액(0 ~ 10 mM)을 첨가한 뒤, 37° C에서 24시간 동안 배양한다.
- [0072] 테트라졸륨 화합물이 포함된 CellTiter 96 수성 비방사성 세포 증식 분석 시약(promega) 20 μ L를 각 웰에 첨가한 후, 37° C에서 4시간 동안 배양한다.
- [0073] 마이크로 플레이트 판독기를 사용하여 490 nm 파장대에서 생존한 세포의 포마잔(formazan) 생성물의 농도를 측

정하고, 죽은 세포와 비교하여 세포 생존율을 평가하였다.

[0074] 상기 세포독성 실험을 통해, 50% 세포를 사멸시키는 농도(LC₅₀)를 확인하였다.

[0075] 상기 실험에 1 내지 3의 실험 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

	MBC (μM)		세포독성 (μM)		선택성			
	황색포도상구균	대장균	HC ₅₀	LC ₅₀	황색포도상구균		대장균	
					HC ₅₀ /MBC	LC ₅₀ /MBC	HC ₅₀ /MBC	LC ₅₀ /MBC
실시예 A	500	625	656.5	54.3	1.313	0.109	1.050	0.087
실시예 B	125	156	1,563.8	77.3	12.510	0.618	10.024	0.496
실시예 C	250	313	3,197.7	98.9	12.791	0.396	10.216	0.316
실시예 D	313	313	>10,000	114.2	>31.949	0.365	>31.949	0.365
실시예 E	156	250	N.D.	75.2	N.D.	0.482	N.D.	0.301
비교예 A	625	1,000	>10,000	85.8	>16	0.137	>10	0.086
비교예 B	15.6	31.3	0.7	0.3	0.045	0.019	0.022	0.010

[0077] 표 2를 보면, 비교예의 알킬 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 향균 고분자는 향균성과 세포독성이 모두 낮거나(비교예 A), 모두 높아(비교예 B), 결과적으로 향균 선택성이 낮다(낮은 HC₅₀/MBC 또는 LC₅₀/MBC 값).

[0078] 반면, 본 발명의 실시예에서 제조된 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 향균 고분자들은 우수한 향균성(낮은 MBC 값)과 함께 낮은 세포독성(높은 HC₅₀ 또는 LC₅₀ 값)을 나타내어, 비교예의 향균 고분자들에 비해 높은 선택성(높은 HC₅₀/MBC 또는 LC₅₀/MBC 값)을 보인다는 것을 확인할 수 있다.

[0079] 이를 통해 생체 적합성이 높은 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 사용할 경우, 4차 암모늄 향균 고분자의 세포독성 및 용혈 활성을 낮춰 높은 선택성을 확보할 수 있으며, 높은 향균성과 낮은 세포독성을 요구하는 인체 적용 및 상처 치료 등의 분야에 응용이 가능할 것으로 판단된다.

[0080] <실험예 4> 4차 암모늄 고분자의 향균 작용 속도 평가

[0081] 4-1. 박테리아 준비

[0082] 제조된 4차 암모늄 향균 고분자의 향균성은 황색포도상구균과 대장균에 대한 진탕 플라스크 방법을 통해 평가하였다.

[0083] 박테리아(황색포도상구균, 대장균) 현탁액을 만들기 위하여, 두 종류의 박테리아를 37° C에서 19시간 동안 배양시킨 후, 1 X 10⁶ CFU/mL 농도로 MH 용액에 재분산한다.

[0084] 4-2. 향균성 실험

[0085] 준비된 박테리아(황색포도상구균, 대장균) 용액에 합성된 4차 암모늄 향균 고분자를 최소 살균 농도(MBC)로 넣은 후, 미리 정해진 시간 간격(5, 10, 20, 30, 40, 50, 60분)으로 0.01 mL의 용액을 한천배지에 스프레딩한다.

[0086] 스프레딩 된 한천배지를 37° C에서 12시간 동안 배양한 후, 생존한 박테리아를 확인하였다.

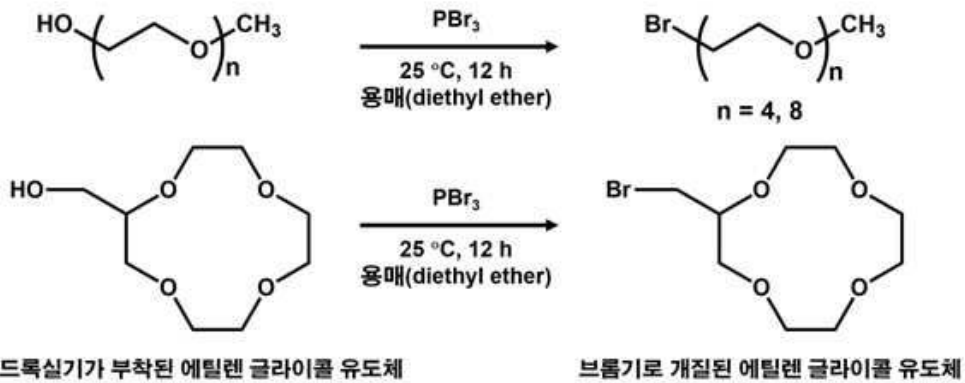
[0087] 도 6을 보면, 모든 4차 암모늄 향균 고분자는 각각의 MBC 농도에서 황색포도상구균과 대장균 모두를 20분 이내에 사멸시키는 빠른 향균 작용 속도를 보였다.

[0088] 비교예의 메틸 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 향균 고분자(비교예 A)는 향균 작용 속도가 가장 느린 반면, 본 발명의 실시예에서 제조된 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기를 포함한 4차 암모늄 향균 고분자(실시예 A 내지 E)들은 전체적으로 비교예 A보다 빠른 향균 작용 속도를 보였다.

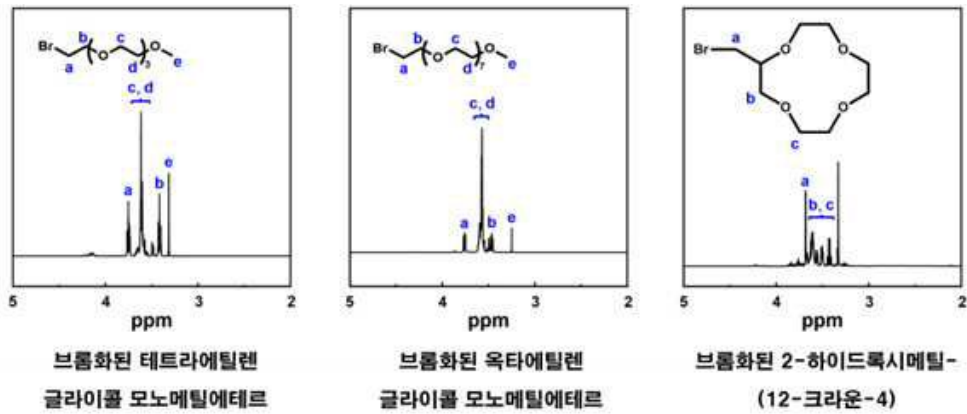
[0089] 이를 통해 생체 적합성이 높은 에틸렌 글라이콜 유도체 펜던트기의 빠른 향균 작용 속도는 감염을 방지하여 치료 기간을 단축하는 의료 분야에 응용이 가능할 것으로 판단된다.

도면

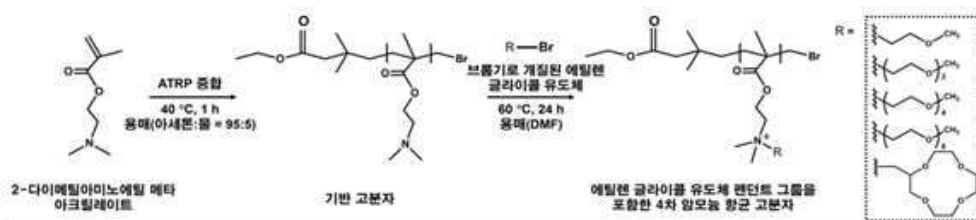
도면1



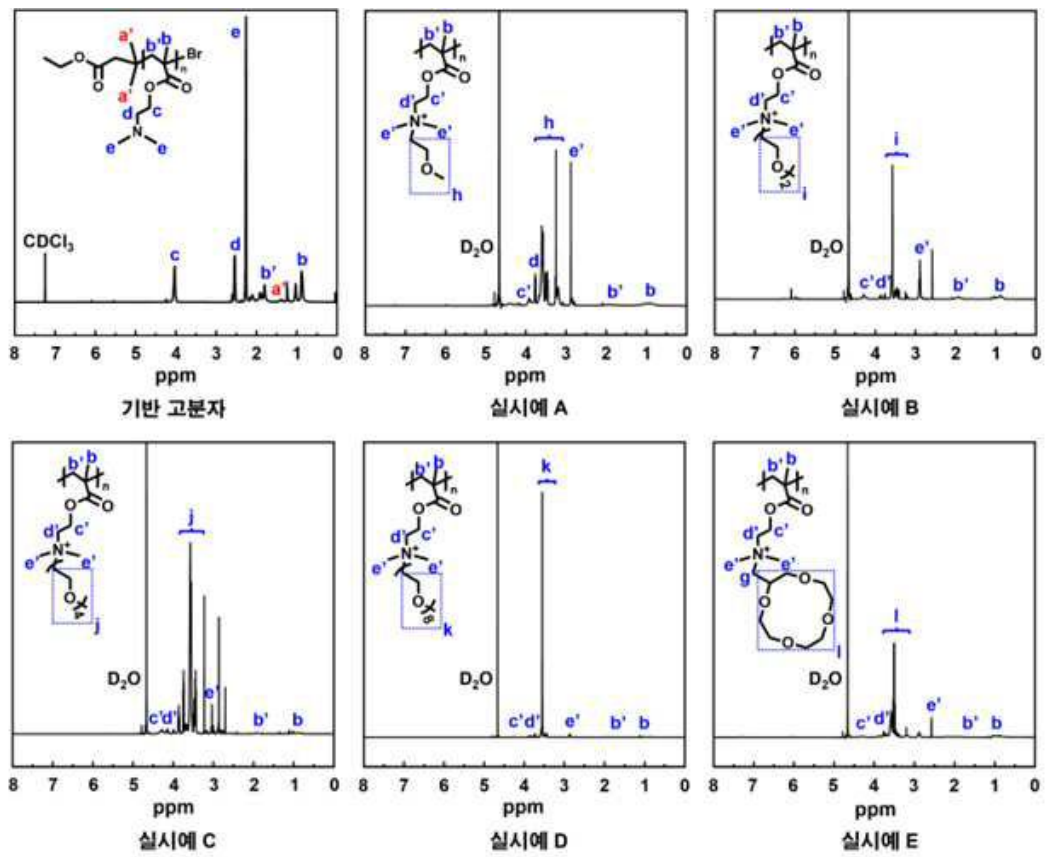
도면2



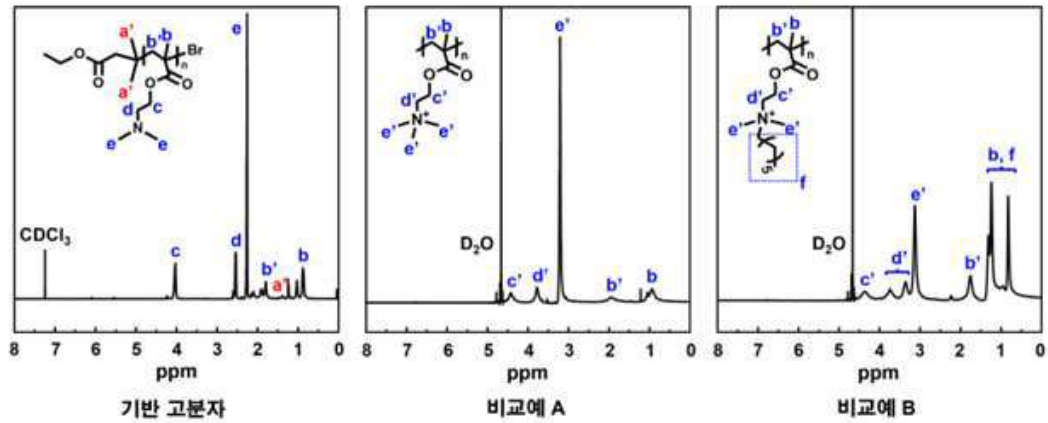
도면3



도면4



도면5



도면6

