

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0022245
(43) 공개일자 2022년02월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08J 5/18 (2006.01) B29C 41/46 (2006.01)
C08K 5/09 (2006.01) C08K 5/1545 (2006.01)
C08L 5/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08J 5/18 (2021.05)
B29C 41/46 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0103180

(22) 출원일자 2020년08월18일

심사청구일자 2020년08월18일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

이태규

서울특별시 강남구 압구정로 347, 23동 1202호(압구정동, 한양아파트)

서아영

충청남도 천안시 서북구 서부15길 41, 403호(성정동, 대우성정프라자아파트)

이경은

서울특별시 서대문구 연세로7안길 51, 208호(창천동)

(74) 대리인

특허법인다나

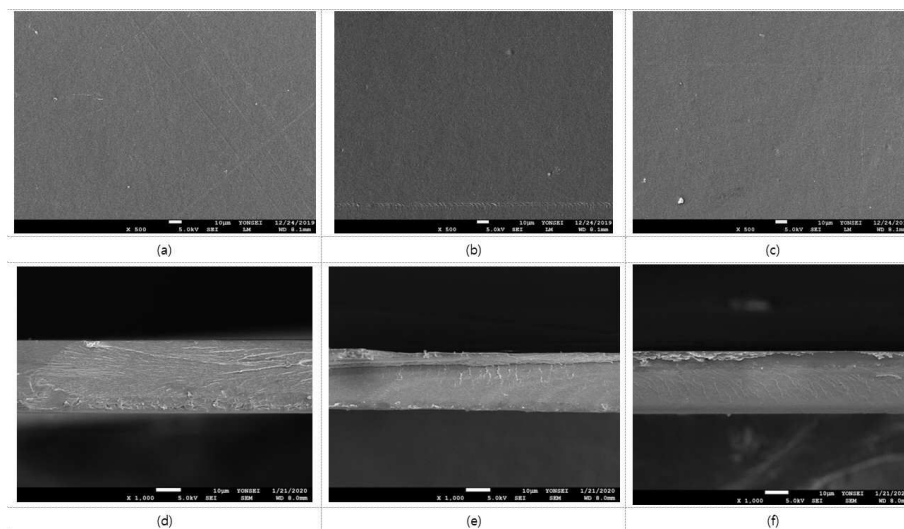
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 한천을 포함하는 생분해성 필름 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 홍조류 유래 물질인 한천을 기반으로 한 생분해성 필름에 관한 것으로, 한천과 함께 당류를 포함함으로써 균일한 필름을 생성할 수 있을 뿐만 아니라 기계적 강도를 우수하게 유지하면서 유연성을 향상시킬 수 있으며, 한천과 함께 시트르산을 포함함으로써 기계적 강도, 유연성 및 내수성을 모두 향상시킬 수 있다. 또한, 본 발명의 생분해성 필름은 자연 친화적이면서 생분해성이 가능한 코팅 소재로 사용될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 5/09 (2013.01)

C08K 5/1545 (2013.01)

C08L 5/12 (2013.01)

C08J 2305/12 (2013.01)

C08L 2201/06 (2013.01)

C08L 2203/16 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

한천; 및 단당류 또는 이당류인 당류;를 포함하고,
상기 한천 및 당류의 중량비율은 5:5 내지 7:3인 생분해성 필름.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 당류는 텍스트로스, 락토스, 수크로스, 자일로스, 프럭토스, 갈락토스 및 말토스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상의 당류인 생분해성 필름.

청구항 3

한천 및 단당류 또는 이당류인 당류를 수용성 용매에 용해시켜 혼합 용액을 제조하는 단계;
제조된 혼합 용액을 60 내지 120℃ 의 온도 및 pH 8 내지 11에서 블렌딩하는 단계; 및
블렌딩 후의 혼합 용액을 기관에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 단계를 포함하는, 제 1 항에 따른 생분해성 필름의 제조 방법.

청구항 4

한천 및 시트르산을 포함하고,
시트르산의 함량은 한천의 중량 대비 0.5중량% ~ 2중량%이며,
상기 한천 및 시트르산은 가교결합을 형성하는 것을 특징으로 하는 생분해성 필름.

청구항 5

산 촉매 하에 한천 및 시트르산을 수용성 용매에 용해시켜 혼합 용액을 제조하는 단계; 및
제조된 혼합 용액을 기관에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 단계를 포함하는, 제 4 항에 따른 생분해성 필름의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 홍조류(Gelidium) 유래 물질인 한천(agar)을 기반으로 한 생분해성 필름 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 1년에 생산되는 플라스틱의 수량은 3억 톤을 넘어서 계속 증가하고 있으며, 곧 5억 톤에 도달할 것이라고 예상하고 있다. 이에 따라 폐플라스틱 문제가 대두되어 사후 처리가 쉬운 소재의 연구가 계속 진행되고 있으며, 지속 가능성 및 자원 재활용을 위해 종이, 펄프, 천연섬유 등이 각광받고 있다. 예를 들어, 플라스틱 빨대를 자연 분해되는 종이 빨대로 전격 교체되고 있다. 그러나, 종이 빨대를 써본 소비자들은 종이 빨대가 젖고, 사용에 불편할 뿐만 아니라 무엇보다도 종이 특유의 냄새가 음료수 본연의 맛과 향을 변질시키고 있어 불편함을 호소하고 있다.

[0003] 이에, 종이, 펄프, 섬유 등의 기재의 강도 향상, 방수성 부여, 광택 개선, 물이나 가스 차단성을 향상시키기 위

해 플라스틱으로 코팅하여 사용하고 있다. 주로 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 등의 플라스틱으로 종이나 펄프에 얇게 코팅하였다. 그러나 이는 종이, 펄프, 섬유 등의 생분해를 지연시켜 환경문제를 일으키는 문제점이 있었다. 따라서, 종이, 펄프, 섬유의 물성을 향상시킬 수 있으면서도 생분해성이 가능한 코팅 물질의 개발이 요구되었다.

[0004] 한편, 생분해성 플라스틱은 화학 합성계(예를 들어, PLA(Poly Lactic Acid), PBS(Poly Butylene Succinate), PCL(Polycaprolactone) 등), 천연 고분자계(예를 들어, 전분, 셀룰로오스 등) 등으로 분류된다. 천연 고분자계 생분해성 플라스틱은 분해기간이 빠르다는 장점이 있지만, 화학 합성계 생분해성 플라스틱보다 기계적 강도, 연신율과 같은 물리적 특성과 가공성이 취약하다는 단점이 있어, 현재 사용되고 있는 대부분의 생분해성 플라스틱은 화학적 합성계 생분해성 플라스틱이다.

[0005] 한천은 천연 고분자계 생분해성 플라스틱의 원료 중 하나로서, 필름으로 용이하게 생성될 수 있으며 기계적 물성이 다른 다당류에 비해 우수하여 생분해성 코팅 또는 필름 소재로 적합한 물질이다.

[0006] 그러나, 순수 한천만 코팅 또는 필름 소재로 사용할 경우 기계적 강도는 우수하지만 쉽게 부서지거나 깨져 유연성이 부족하고, 기재의 내수성도 충분히 향상시키지 못했다. 이에, 천연 고분자계 생분해성 플라스틱인 한천을 사용하여 빠른 자연 분해가 가능하고 우수한 기계적 강도를 달성함과 동시에 유연성 및 내수성을 향상시킬 수 있는 생분해성 필름이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 빠른 자연 분해가 가능하고 기계적 강도뿐만 아니라 유연성 및 내수성을 향상시키며 밀도 높은 균일한 필름을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 한천 및 단당류 또는 이당류인 당류를 포함하고, 상기 한천 및 당류의 중량비율은 5:5 내지 7:3인 생분해성 필름을 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은, 한천 및 시트르산을 포함하고, 시트르산의 함량은 한천의 중량 대비 0.5중량% ~ 2중량%이며, 상기 한천 및 시트르산은 가교결합을 형성하는 것을 특징으로 하는 생분해성 필름을 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 생분해성 필름은 한천과 함께 당류를 포함함으로써 밀도 높은 균일한 필름을 생성할 수 있을 뿐만 아니라 기계적 강도를 우수하게 유지하면서 유연성을 향상시킬 수 있다. 또한, 한천과 함께 시트르산을 포함함으로써 기계적 강도, 유연성 및 내수성을 모두 향상시킬 수 있다. 아울러, 본 발명에 따른 생분해성 필름은 자연 친화적이면서 생분해성이 가능한 코팅 소재로 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예 4 내지 6의 필름의 표면 및 단면의 FE-SEM 이미지이다.

도 2는 본 발명의 실시예 1 내지 12의 필름의 인장 강도를 나타내는 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1 내지 12의 필름의 연신율을 나타내는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예 13 내지 16의 필름의 인장 강도 및 연신율을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하에서, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[0013] 다만, 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 이하에서 기술하는 특정 실시예 및 설명은 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0014] 본 발명은 홍조류(Gelidium) 유래 물질인 한천(agar)을 기반으로 한 생분해성 필름으로, 구체적으로는 한천과 단당류 또는 이당류인 당류를 포함하고 상기 한천 및 당류의 중량비율은 5:5 내지 7:3인 생분해성 필름을 제공한다.
- [0015] 본 발명에서, 한천은 우뚝가사리 등의 홍조 해초에서 추출하여 얻은 한천을 사용하였으며, 점성 다당류의 일종이다.
- [0016] 본 발명에서, 한천 및 당류의 중량비율은 5:5 내지 7:3이며, 바람직하게는 7:3일 수 있다. 한천과 당류가 상기 범위를 만족할 경우 밀도 높은 균일한 필름을 제조할 수 있고 인장 강도 및 연신율 모두 양호한 값을 나타낼 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 양태에서, 당류는 텍스트로스, 락토스, 수크로스, 자일로스, 프럭토스, 갈락토스 및 말토스로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있으며, 구체적으로는 텍스트로스일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0018] 본 발명의 일 양태에서, 당류는 필름 전체 중량 대비 0.1중량% 내지 5중량%일 수 있다. 당류가 상기 범위를 만족할 경우 밀도 높은 균일한 필름을 제조할 수 있고 인장 강도 및 연신율 모두 양호한 값을 나타낼 수 있다.
- [0019] 본 발명은, 또한, 한천 및 단당류 또는 이당류인 당류를 수용성 용매에 용해시켜 혼합 용액을 제조하는 단계; 제조된 혼합 용액을 60 내지 120℃ 의 온도 및 pH 8 내지 11에서 블렌딩하는 단계; 및 블렌딩 후의 혼합 용액을 기관에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 단계를 포함하는, 한천 및 당류를 포함하는 생분해성 필름의 제조 방법을 제공한다.
- [0020] 여기서, 한천 및 당류를 용해시키는 수용성 용매는 증류수, 글리세롤일 수 있으며, 1종 또는 2종 이상을 함께 사용할 수 있다.
- [0021] 한천과 당류를 포함하는 혼합 용액은 60 내지 120℃, 60 내지 110℃, 70 내지 110℃, 70 내지 100℃, 또는 80 내지 100℃의 온도에서, pH 8 내지 11, pH 8 내지 10.5, pH 8.5 내지 10.5, pH 8.5 내지 10, 또는 pH 8.5 내지 9.5 에서 블렌딩될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 양태에서, 블렌딩하는 시간은 10 내지 60분, 10 내지 50분, 20 내지 50분, 20 내지 40분일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 한천과 당류가 적절하게 섞일 때까지 블렌딩할 수 있다.
- [0023] 한천과 당류가 블렌딩될 때, 고분자 물질인 한천 사이사이에 당류가 잘 분산되어 있다. 또한, 한천은 이중 나선 구조를 형성하여 단단하게 결합되어 있어 유연성이 떨어지나, 첨가된 당류가 한천의 이중 나선 구조 형성에 방해를 주어 보다 유연한 구조를 형성할 수 있게 한다.
- [0024] 다음으로, 블렌딩 후의 혼합 용액을 기관에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 용액 캐스팅 방법(solution casting method)에 의해 최종 필름을 제조한다.
- [0025] 상기 기관은 접착성이 작은 넓은 면을 가지는 기관으로, PP 필름 또는 테프론이 코팅된 판일 수 있으나, 용액 캐스팅 방법에 사용되는 기관이라면 제한없이 사용가능하다.
- [0026] 수용성 용매는 18 내지 30℃, 18 내지 28℃, 20 내지 28℃, 또는 20 내지 26℃ 에서 18시간 내지 30시간, 20 내지 30시간 또는 20 내지 28시간으로 건조하여 증발시킬 수 있으며, 수용성 용매를 증발시키는 방법이라면 제한없이 사용가능하다.
- [0027] 본 발명은, 또한, 한천 및 시트르산을 포함하고 시트르산의 함량은 한천의 중량 대비 0.5중량% ~ 2중량%이며 상기 한천 및 시트르산은 가교결합을 형성하는 것을 특징으로 하는 생분해성 필름에 관한 것이다.
- [0028] 여기서, 한천의 정의는 상기 상술한 바와 같다.
- [0029] 시트르산은 한천의 중량 대비 0.5중량% ~ 2중량%이며, 구체적으로 0.8중량% ~ 1.8중량%이며, 보다 더 구체적으로 1.2 중량% ~ 1.8 중량%이다. 시트르산의 함량이 상기 범위일 경우, 인장강도, 연신율 뿐만 아니라 내수성이 모두 양호한 값을 나타낼 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 양태에서, 한천과 시트르산의 가교결합은 한천의 히드록시기와 시트르산의 카르복시기의 에스테르화 반응으로 형성되며, 산 촉매에서 40℃ 이상으로 가열해줄 경우 형성될 수 있다. 온도가 상기 범위에 해당되지 않거나 염기 촉매를 사용하였을 때 한천과 시트르산은 가교결합을 형성하지 못한다. 이는 시트르산이 염기 촉매와 반응할 수 있기 때문이다.

- [0031] 한천과 시트르산이 가교결합을 형성하는 경우가 형성하지 않고 단순 분산되어 있는 경우보다 인장 강도 및 연신율과 같은 인장 특성 및 내수성이 보다 향상된다. 이는 에스테르결합의 형성을 통해 분자간의 결합을 단단하게 하고, 물과 반응할 수 있는 히드록시기의 수를 감소시킬 수 있기 때문이다.
- [0032] 본 발명은, 또한, 한천 및 시트르산을 산 촉매 하에 수용성 용매에 용해시켜 혼합 용액을 제조하는 단계; 및 제조된 혼합 용액을 기판에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 단계를 포함하는, 한천 및 시트르산을 포함하는 본 발명에 따른 생분해성 필름의 제조 방법을 제공한다.
- [0033] 여기서 산 촉매는 염산, 황산, 질산, 아세트산 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0034] 여기서, 한천 및 시트르산을 용해시키는 수용성 용매는 증류수, 글리세롤일 수 있으며, 1종 또는 2종 이상을 함께 사용할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 양태에서, 한천 및 시트르산의 혼합 용액은 40℃ 이상, 45℃ 이상, 50℃ 이상, 55℃ 이상, 60℃ 이상, 65℃ 이상으로 가열하여 제조될 수 있다.
- [0036] 다음으로, 제조된 혼합 용액을 기판에 캐스팅한 다음 수용성 용매를 증발시켜 필름을 제조하는 용액 캐스팅 방법(solution casting method)에 의해 최종 필름을 제조한다.
- [0037] 여기서, 용액 캐스팅 방법에 대한 설명은 상술한 바와 같다.
- [0038] 본 발명의 생분해성 필름은 종이, 펄프, 섬유 등의 코팅 소재로 사용되거나 그 자체로 단일 필름으로 사용될 수 있다.
- [0039] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 이하의 실시예 및 첨부된 도면은 이 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자에게 본 발명이 충분히 이해되도록 제공되는 것으로서 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 기술되는 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것은 아니다.
- [0040] [실시예]
- [0041] <한천 및 당류를 포함하는 고분자 코팅용액 관련 실험>
- [0042] 제조예 1 - 한천 및 당류를 포함하는 고분자 코팅용액의 제조
- [0043] 한천 0.5 g 및 텍스트로스 0.5 g 를 물 100 ml 및 글리세롤 0.2 ml에 용해시키고 블렌딩(90℃, pH9, 블렌딩 시간 30분)하여 혼합 용액을 제조하였으며 이를 실시예 1로 하였다.
- [0044] 실시예 1에서 한천 함량, 당류의 종류 및 함량을 하기 표 1과 같이 바꾼 것 외에 동일한 방법으로, 실시예 2 내지 12의 혼합 용액을 제조하였다.

표 1

	한천 함량(g)	당류	당류의 함량(g)	한천:당류 중량비율
실시예 1	0.5g	텍스트로스	0.5g	5:5
실시예 2	0.5g	락토스	0.5g	5:5
실시예 3	0.5g	수크로스	0.5g	5:5
실시예 4	0.7g	텍스트로스	0.3g	7:3
실시예 5	0.7g	락토스	0.3g	7:3
실시예 6	0.7g	수크로스	0.3g	7:3
실시예 7	0.3g	텍스트로스	0.7g	3:7
실시예 8	0.3g	락토스	0.7g	3:7
실시예 9	0.3g	수크로스	0.7g	3:7
실시예 10	0.9g	텍스트로스	0.1g	9:1
실시예 11	0.9g	락토스	0.1g	9:1
실시예 12	0.9g	수크로스	0.1g	9:1

- [0046] 코팅 용액의 물성을 평가하기 위해 실시예 1 내지 12의 혼합 용액을 각각 수평의 PP 필름 또는 테프론이 코팅된 판에 캐스팅한 다음 실온에서 24시간 건조하여 필름을 제조하였다.

[0048] **실험예 1 - 제조된 필름의 FE-SEM 이미지 확인**

[0049] 실시예 4 내지 6의 혼합 용액(한천:당류의 중량비율=7:3)으로 제조된 필름의 FE-SEM 이미지를 도 1에 나타내었다. 도 1의 (a), (b) 및 (c)는 제조된 필름의 표면을 확인한 것이며, 모두 불연속적이고 다공성 구조가 발생하지 않은 것을 확인할 수 있다. 또한 매끈하고 균일한 표면을 보이는 것으로 보아 당류가 한천 사이사이에 잘 분산되어 있으며, 한천과 당류간의 계면적 접촉과 함께 밀도 높은 균일한 구조를 생성한 것을 확인할 수 있다.

[0050] 도 1의 (d), (e) 및 (f)는 제조된 필름의 단면을 확인한 것이며, (d) 내지 (f)에서 확인할 수 있는 바와 같이, 상분리 없이 두 성분이 잘 혼합되었으므로, 한천과 당류간의 상호적용성(compatibility)이 좋고 두 물질 사이의 결합이 단단하게 되어 있음을 알 수 있다.

[0052] **실험예 2 -당류 및 중량비율에 따른 인장 강도 및 연신율 측정**

[0053] 상기 제조된 필름의 인장 강도 및 연신율을 ASTM D882 기준에 따라 측정하였으며, 그 결과를 도 2 및 도 3에 나타내었다.

[0054] 도 2 및 도 3에서 확인할 수 있는 바와 같이, 인장 강도가 높아질수록 연신율은 감소하는 경향을 나타내고 있다. 실시예 1 내지 6이 생분해성 필름으로 사용하기에 적합한 연신율 및 인장강도를 나타내고 있으며, 실시예 7 내지 9는 인장강도가 크게 떨어지며, 실시예 10 내지 12는 연신율이 크게 떨어진다. 또한, 우수한 인장강도와 연신율을 동시에 만족할 수 있는 가장 적절한 값을 나타내는 중량 비율은 7:3 이었으며, 본 실시예에서 사용한 당류 중 텍스트로스가 연신율 및 인장강도 측면에서 효과가 가장 좋았다.

[0055]

[0056] **<한천 및 시트르산을 포함하는 고분자 코팅용액 관련 실험>**

[0057] **제조예 2 - 한천 및 시트르산을 포함하는 고분자 코팅용액 제조**

[0058] 한천 1 g 및 0.2g/L 시트르산 용액 0.5ml 을 물 100 ml 및 글리세롤 0.2 ml에 90도의 온도에서 0.1M 염산 0.2 ml 의 촉매 하에 120분 동안 용해시켜 혼합 용액을 제조하였으며, 이를 실시예 13으로 하였다.

[0059] 실시예 13에서 시트르산 함량을 각각 1 ml, 1.5 ml, 2 ml으로 바꾼 것 외에 동일한 방법으로, 실시예 14 내지 16의 혼합 용액을 제조하였다. 실시예 13은 시트르산의 함량 비율이 0.5중량%이며, 실시예 14는 1중량%, 실시예 15는 1.5중량%, 실시예 16은 2중량%이다.

[0060] 한편, 한천 1 g을 물 100 ml 및 글리세롤 0.2 ml 에 90도의 온도에서 120분 동안 용해시켜 용액을 제조하였으며, 이를 비교예 1로 하였다.

[0061] 코팅 용액의 물성을 평가하기 위해 실시예 13 내지 16, 비교예 1의 용액을 각각 수평의 PP 필름 또는 테프론이 코팅된 판에 캐스팅한 다음 실온에서 24시간 건조하여 필름을 제조하였다.

[0063] **실험예 3 - 시트르산 함유 코팅 용액의 인장 강도 및 연신율 측정**

[0064] 상기 제조된 필름의 인장 강도 및 연신율을 ASTM D882 기준에 따라 측정하였으며, 그 결과를 도 4에 나타내었다.

[0065] 도 4에서 나타난 바와 같이, 시트르산의 함량에 따라 인장강도 및 연신율이 변화하였으며, 실시예 14(1.0중량%)가 연신율이 가장 높고 실시예 15(1.5중량%)가 인장 강도가 가장 큰 것을 확인할 수 있다. 또한, 실시예 13 내지 16이 비교예 1에 비해 인장강도가 크게 증가하였으며, 실시예 13 및 14도 비교예 1에 비해 연신율이 크게 증가한 것을 확인할 수 있었다.

[0067] **실험예 4 - 시트르산 함유 코팅 용액의 내수성 측정**

[0068] 수분 함량 측정

[0069] 수분 함량의 측정을 위해 최소 다섯개의 3×3 cm 크기 필름 시료를 준비하였다. 모든 샘플은 105℃ 오븐에서 24 시간 동안 건조되었으며, 건조 전(M_i), 후(M_f)의 시료 무게를 모두 측정하여 수분함량을 계산하였다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{수분 함량 \%} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$$

[0070]

[0071] 접촉각 측정

[0072] 필름 표면의 소수성질을 평가하기 위해 필름의 접촉각은 sessile drop 모드로 Attension-Biolin Scientific AB, Sweden를 통해 측정하였다. 수평의 테플론 플레이트에 2 x 2 cm의 블렌딩 필름을 놓고, 마이크로 실린지를 이용하여 필름 표면에 10 μ L의 물을 떨어뜨렸다. 각 시료는 최소 5회 이상 반복하여 평가하였으며, 접촉각 분석기로 분석한 평균값을 사용하였다.

[0073] 수분 팽윤율 측정

[0074] 수분팽윤율을 측정하기 3 x 3 cm 크기의 필름을 준비한다. 105° C 오븐에서 3시간 건조하고 상온 (23 \pm 1 ° C)의 증류수에 1시간 동안 담근다. 시료의 무게는 건조 전(w_i), 후 (w_f)로 측정하여, 다음 식을 통해 계산한다. 각 샘플은 최소 5회 이상 반복하여 평균값을 사용한다.

$$\text{수분 팽윤율 \%} = \frac{w_f - w_i}{w_i} \times 100$$

[0075]

[0076] 수분 용해도 측정

[0077] 용해도(water solubility)는 필름 샘플 내 수용성 물질의 비율에 따라 결정된다. 용해도를 계산하기 위해 3 x 3 cm 크기의 필름을 준비한다. 105℃에서 3시간 동안 건조하고, 초기 건조 중량(w_o)을 측정한다. 필름 샘플은 증류수 30 ml에 넣고 24시간 동안 약하게 교반한다. 필름을 채취하여 105° C에서 24시간 동안 건조 후 최종 건조 중량(w_f)을 구한다. 용해도는 다음 식과 같이 계산한다. 각 샘플은 최소 5회 이상 반복하여 평균값을 사용한다.

$$\text{수분 용해도 \%} = \frac{w_o - w_f}{w_o} \times 100$$

[0078]

표 2

[0079]

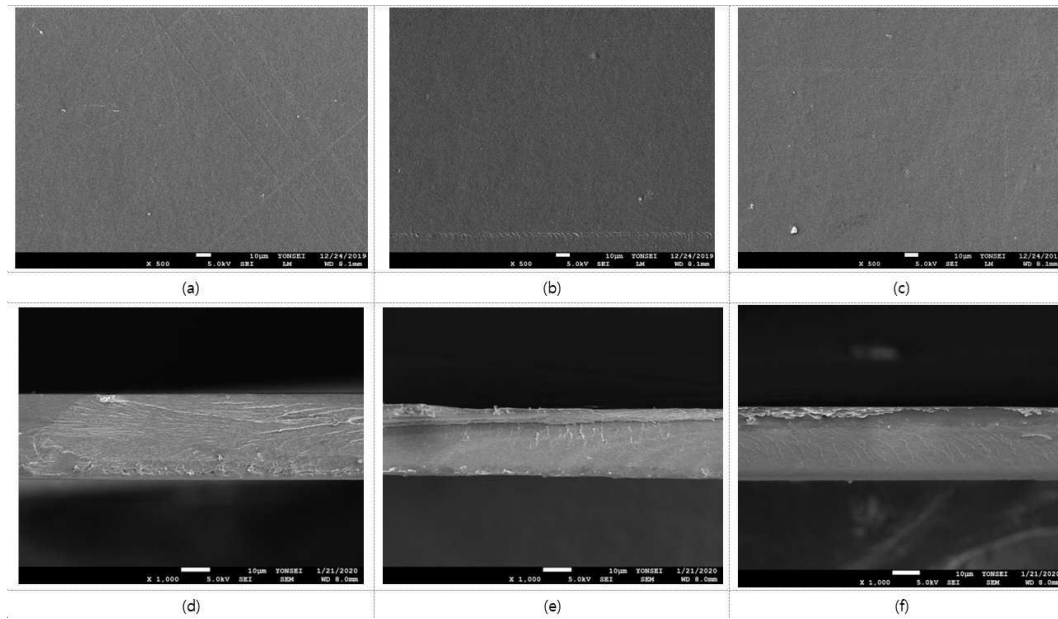
	수분 함량(%)	접촉각(°)	수분 팽윤율 (%)	수분 용해도(%)
실시예 13	19.76 \pm 3.77	68.26 \pm 8.95	371.88 \pm 13.71	13.68 \pm 1.22
실시예 14	17.57 \pm 1.38	86.95 \pm 16.51	288.48 \pm 6.67	14.97 \pm 0.88
실시예 15	12.96 \pm 0.74	93.01 \pm 9.83	216.03 \pm 13.46	22.13 \pm 2.07
실시예 16	12.88 \pm 1.78	98.12 \pm 6.25	177.61 \pm 11.69	17.11 \pm 1.53
비교예 1	21.90 \pm 2.11	73.01 \pm 6.33	2398.47 \pm 58.25	25.37 \pm 0.44

[0080] 상기 표 2에 나타난 바와 같이, 시트르산의 함량이 증가함에 따라 수분 함량 및 수분 팽윤율이 낮아지고, 접촉각 및 수분 용해도가 대체적으로 증가하였다. 특히, 시트르산의 함량이 1.5중량%인 실시예 15가 양호한 수분 함량, 접촉각, 수분 팽윤율의 값을 가지면서, 수분 용해도가 가장 높은 것을 확인할 수 있다.

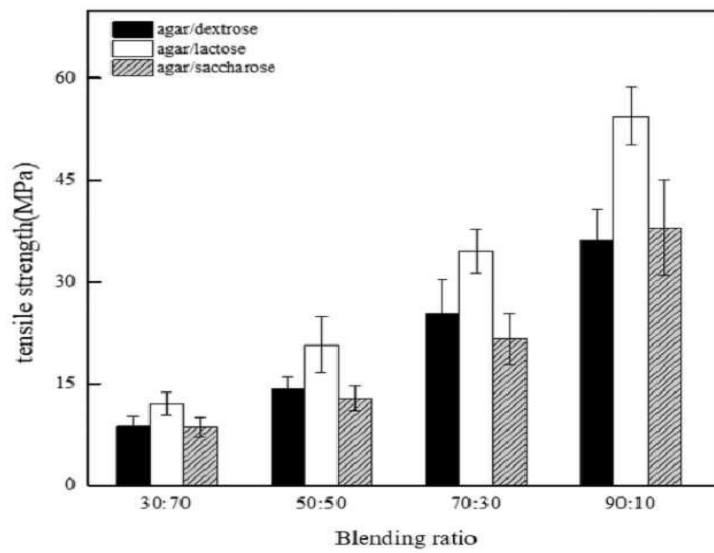
[0081] 또한, 실험예 3 및 4를 종합적으로 고려해보면, 시트르산 함량이 1.5중량%인 실시예 15가 인장강도 및 연신율과 같은 인장 특성과 내수성이 모두 우수한 필름을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

도면

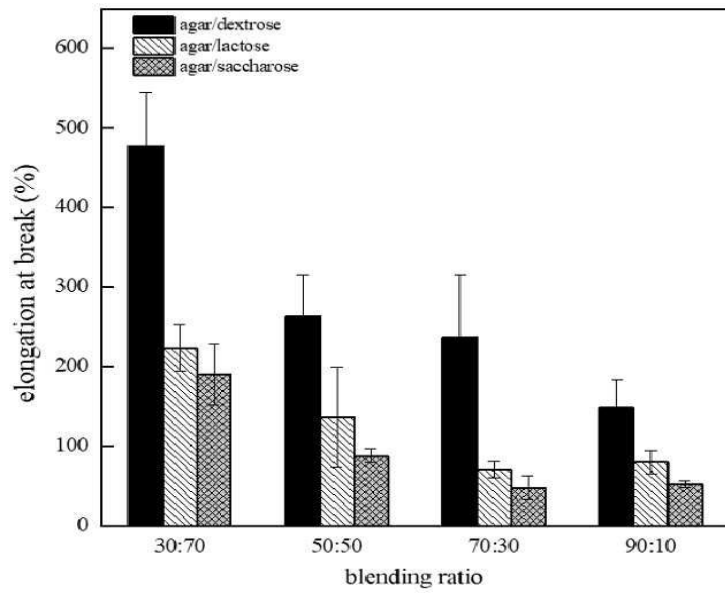
도면1



도면2



도면3



도면4

