

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2011-0059226 (43) 공개일자 2011년06월02일
(51) Int. Cl. C08B 37/04 (2006.01) C08L 5/04 (2006.01) C08B 37/00 (2006.01) C08L 5/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2009-0115887 (22) 출원일자 2009년11월27일 심사청구일자 2009년11월27일	(71) 출원인 조선대학교산학협력단 광주광역시 동구 서석동 375 조선대학교 내 (72) 발명자 조병욱 광주광역시 서구 치평동 금호쌍용아파트 209동 1306호 최수경 광주광역시 서구 금호동 733-5번지 (74) 대리인 황주명, 위병갑, 성정현	

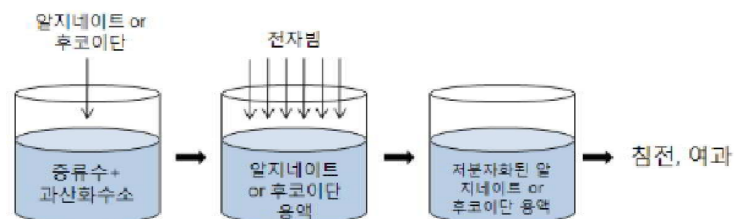
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법

(57) 요약

본 발명은 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고분자 알지네이트 용액 또는 고분자 후코이단 용액에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 알지네이트 또는 후코이단의 저분자화 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 저분자화 방법에 의하면 전자빔을 사용하므로 반응 속도가 빠르고, 깨끗하며, 높은 수율로 알지네이트와 후코이단을 간단하게 저분자화시킬 수 있는 효과가 있으며, 제조된 저분자화 된 알지네이트와 후코이단은 다양한 효능을 갖는 기능성 식품, 의학적 용도 등 다양한 용도로 유용하게 이용할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2008-01698/20080071

부처명 과학기술부/해양수산부

연구관리전문기관

연구사업명 원자력연구기반 확충사업/수산특정과제

연구과제명 전자빔조사와 과산화수소를 이용한 저분자화 알지네이트 제조기술 개발/해조류 추출물을
이용한은나노 complex제조 및 항균성 화장품 개발에관한연구보고서
기여율

주관기관 조선대학교 산학협력단

연구기간 2008년 4월~2009년 3월/2008년 12월 ~ 2009년 11월

특허청구의 범위

청구항 1

고분자 알지네이트 용액에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자 알지네이트 용액은 전체 조성물에 대하여 0.5 ~ 2.0 중량%의 알지네이트가 포함된 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전자빔은 1 ~ 3 MeV의 에너지에서 0.1 ~ 20kGy의 조사량으로 조사하는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전자빔 조사 시 산소를 펌핑해 주는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자빔 조사 시 0.5 ~ 4.5% 농도의 과산화수소를 저분자화 촉매로 사용하는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전자빔은 진공상태에서 조사되는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법.

청구항 7

고분자 후코이단 용액에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 고분자 후코이단 용액은 전체 조성물에 대하여 0.1 ~ 2.0 중량%의 후코이단이 포함된 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 전자빔은 1 ~ 3 MeV의 에너지에서 0 ~ 20kGy의 조사량으로 조사하는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 전자빔 조사 시 산소를 펌핑해 주는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 전자빔 조사 시 0.5 ~ 4.5% 농도의 과산화수소를 저분자화 촉매로 사용하는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 전자빔은 진공상태에서 조사되는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법에 관한 것으로서, 반응 속도가 빠르고, 깨끗하며, 수율이 높은 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 갈조류로부터 추출한 알지네이트는 복잡한 당중합체로, 독특한 물리적 성질 때문에 예로부터 광범위하게 사용되어 왔다. 예를 들어, 안정제, 점질제, 식품이나 음료, 화장품 첨가제, 종이나 인쇄, 제약산업 등에서 겔화제, 미립구, 비드, 마이크로캡슐, 정제 등으로 약물전달시스템 또는 조직공학에서 매트릭스 담체 등으로 사용되어 왔다.

[0003] 그러나 알지네이트는 고점성으로 상기의 용도 이외에는 사용이 제한적이기 때문에 점성이 낮은 저분자 알지네이트를 제조하는 방법으로 화학적, 생물학적 방법 등이 여러 가지로 시도되어 왔다. 종래에는 이러한 알지네이트를 분해하기 위해 알지네이즈(alginase) 또는 알지네이트 디폴리머레이즈(alginate depolymerase)라고 알려져 있는 효소가 사용되었으며, 만뉴로네이트(mannuronate) 사이의 $\beta(1-4)$ 당결합을 분해하는 알지네이트 분해효소와 글루로네이트(guluronate) 사이의 $\alpha(1-4)$ 당결합을 분해하는 알지네이트 분해효소가 있다.

[0004] 한편, 후코이단은 라미나란, 알긴산과 함께 갈조류를 형성하는 주요 다당으로, 다시마와 미역에 3~5% 함유되어 있다. 후코이단은 함황(sulfated) 헤테로 다당으로 주로 L-fucose가 $\alpha-1,2$ 또는 $\alpha-1,3$ 결합으로 된 골격을 갖고 있으면서, 갈락토오스, 만노스, 자일로스, 글루쿠론 산 등을 함유한다. 후코이단은 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고, 아직까지 정확한 구조가 확정되지는 않았다. 후코이단은 음이온 전하를 띄는 고분자에서 나타나는 약물학적 효능을 갖는 것으로 보고되었는데, 예를 들어 항혈액응고성(anticoagulant), 자살세포(apoptosis) 유도에 의한 항암, 항바이러스(항-HIV 포함) 활성, 항종양성, 면역기능 개선, 항산화 효능 등이 있다. 그 이외에도 혈소판 활성화 및 백혈구 유착작용, 최근 콜레스테롤의 혈관 내 침착방지, 항혈액 응고활성이 저분자 후코이단에 있음이 확인되었으며, 멜라닌 생성억제 효과, 싸이토카인 분비 조절 기능을 가지고 있어 항알레르기 특성이 있음을 보고하였다. 그리고 간세포증식인자(HGF) 생성으로 발모 촉진작용이 있어 탈모방지 및 발모제로도 사용하고 있다.

[0005] 이러한 후코이단은 분자량이 약 200,000 Da 이상인 고분자인데, 후코이단이 저분자화 되면 체내에서 후코이단의 용해도가 현저히 증가되고, 앞서 언급한 약물학적 효능을 증대시키는 것으로 알려졌다. 후코이단의 저분자화 방법으로는 산 분해, 라디칼 분해, 효소 또는 미생물에 의한 분해 등이 있으며, 이중 HCl 등의 산을 사용하여 저분자화 하는 방법이 많이 사용되고 있으나, 폐수처리 문제와 식용으로 사용 시 많은 세척과정을 거치기 때문에 많은 비용이 소요되는 문제점이 있었다.

[0006] 상기와 같은 알지네이트와 후코이단은 사람이 소화시키기 불가능한 고분자량의 난분해성 다당체로 구성되어 있어 저분자화 시키지 않고 이용할 경우에는 유익한 성분이 인체에 활용되는 것이 거의 불가능하다. 따라서 알지네이트와 후코이단의 유용성을 인체에 활용하기 위해서는 무엇보다도 먼저 효율적인 저분자화가 선행되어야 한다. 최근 알지네이트와 후코이단의 유용성에 주목하고 저분자화에 대한 연구를 활발히 진행 중에 있으나, 아직까지 알지네이트와 후코이단 함유 유용 성분의 손실이나 저하 없이 인체에 흡수 가능한 정도로 충분히 저분자화할 수 있고 나아가 대량생산까지 가능한 효과적인 방법은 없는 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0007] 이에 본 발명자들은 이러한 종래기술의 문제점을 해결하고자 알지네이트와 후코이단에 전자빔을 조사함으로써 간단하게 저분자화 시키는데 착안하여 연구를 계속하여 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [0008] 따라서 본 발명의 목적은 반응 속도가 빠르고, 깨끗하며, 수율이 높은 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0009] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 고분자 알지네이트 용액에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법을 제공한다.
- [0010] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고분자 알지네이트 용액은 전체 조성물에 대하여 0.5 ~ 2.0 중량%의 알지네이트가 포함될 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 고분자 후코이단 용액에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법을 제공한다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고분자 후코이단 용액은 전체 조성물에 대하여 0.1 ~ 2.0 중량%의 후코이단이 포함될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 전자빔은 1 ~ 3 MeV의 에너지에서 0.1 ~ 20kGy의 조사량으로 조사할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 전자빔 조사 시 산소를 펌핑해 줄 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 전자빔 조사 시 0.5 ~ 4.5% 농도의 과산화수소를 저분자화 촉매로 사용할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 전자빔은 진공상태에서 조사될 수 있다.

효과

- [0017] 본 발명에 따른 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법은 전자빔을 사용하므로 반응 속도가 빠르고, 깨끗하며, 높은 수율로 알지네이트와 후코이단을 간단하게 저분자화시킬 수 있는 효과가 있으며, 제조된 저분자화 된 알지네이트와 후코이단은 다양한 효능을 갖는 기능성 식품, 의약품, 화장품, 의학적 용자빔 등 다양한 용도로 유용하게 이용할 수 있다.

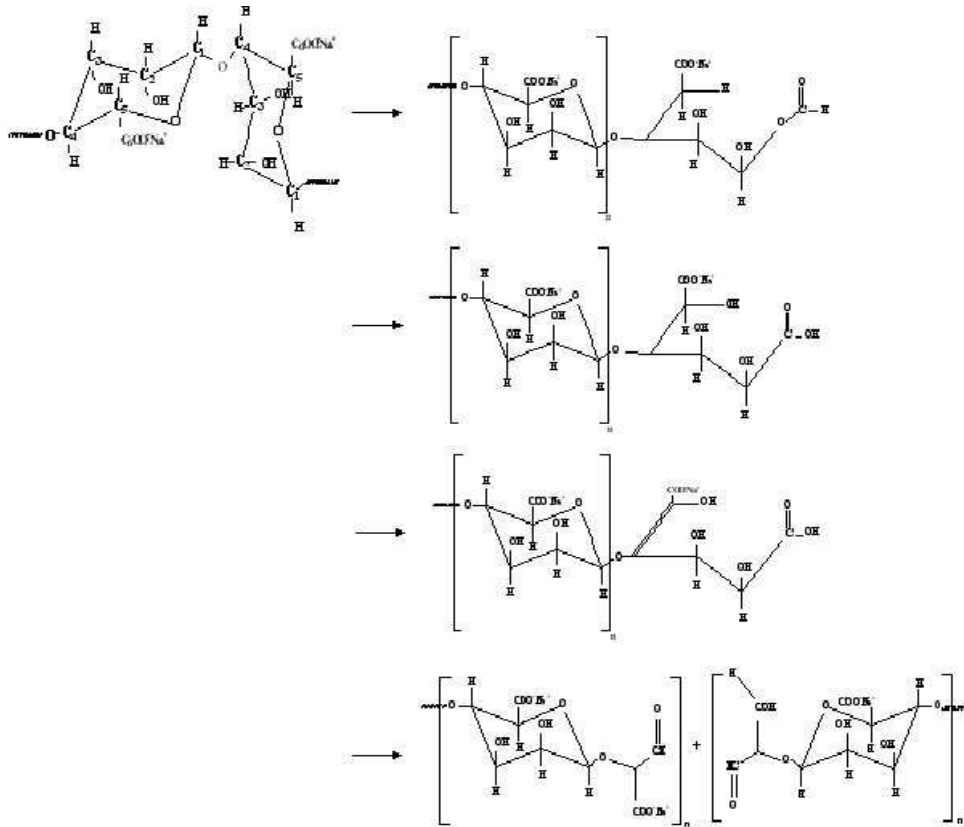
발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 0.5 ~ 2.0 중량%의 고분자 알지네이트에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 알지네이트의 저분자화 방법을 제공한다.
- [0019] 또한, 본 발명은 0.5 ~ 2.0 중량%의 고분자 후코이단에 전자빔을 조사하는 것을 특징으로 하는 후코이단의 저분자화 방법을 제공한다.
- [0020] 한편, 본 발명에서 상기 용어 “알지네이트(Alginate)”는 갈조류로부터 추출한 물질이며, α -L-글루론산(gulonate)과 C5 에피머(epimer)인 β -D-만뉴론산(1,4'- β -D-mannuronate)이 pG 블록(polyguluronate block), pM 블록(polymannuronate block) 및 pM/G 스트레치(stretch) 형식으로 결합된 복잡한 당중합체를 말한다.
- [0021] 본 발명에서 상기 용어 “후코이단(Fucoidan)”은 톳, 미역, 다시마 등 갈조류에 함유된 성분으로, 끈적끈적한

점질 구조의 황산염화한 다당류이며 건조물량 기준 2~4% 섬유질 다당체로 구성되어 있다. 분자량은 평균 MW 20KDa이며 후코스(Fucose)라는 기본당과 황산기가 결합되어 있다. 황산화 후코이단에서 생기는 F-후코이단과 20% 정도의 글루쿠론산을 포함한 U-후코이단 두 종류가 있다. 후코이단에는 단백질과 지방은 미약하나 칼슘, 옥도 등 인체에 유익한 필수 미네랄, 비타민 등의 영양소가 많이 있고, 이밖에도 미끌미끌한 성분 내에 콜레스테롤의 흡수를 억제하는 작용을 하는 알긴산, 혈압강화 작용으로 주목받고 있는 라미닌 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 후코이단은 콜레스테롤의 배설을 도와 혈중 콜레스테롤 수치를 낮추며 혈관 질환을 예방할 수 있고 비만이 성인병으로 연결되는 것을 미리 예방하여 준다. 또한 일본과 미국의 연구에서는 후코이단이 혈액응고방지작용, 항종양작용, 위궤양 치료 촉진작용, 항균작용, 혈압상승억제작용, 간세포증식인자(HGF)생산유도, 혈당상승억제작용, 항알레르기작용, 항바이러스작용이 있다고 하였다. 특히 소화기계통 암 종류 치유에 70-80% 효과가 있는 것으로 보고된 바 있으며, 대부분의 암 치유에도 탁월한 효과가 있는 것으로 나타났다. F-후코이단은 임파종 세포줄기의 자살을 유도하며 토끼에서는 이상증식을 억제할 수 있다는 보고가 있었다.

- [0022] 본 발명에서와 같이 전자빔을 이용하여 알지네이트와 후코이단을 저분자화한 예는 아직까지 없었으며, 본 발명자들은 전자빔을 조사하여 간단하게 알지네이트와 후코이단을 저분자화시키는 방법을 개발함으로써 본 발명을 완성하였다. 본 발명에 따른 알지네이트와 후코이단의 저분자화의 성공은 이들 물질의 우수한 특성으로 다양한 분야에서 사용 가능하다.
- [0023] 이하, 본 발명에 따른 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 방법을 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0024] 도 1은 본 발명에 따른 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 모식도를 나타낸 것이다.
- [0025] 본 발명에 따르면, 고분자 알지네이트 또는 고분자 후코이단 용액에 전자빔을 조사함으로써 고분자 알지네이트 또는 후코이단을 저분자화 할 수 있다. 이때, 고분자 알지네이트 용액은 전체 조성물에 대하여 고분자 알지네이트가 0.5 ~ 2.0 중량% 함유된 용액으로 제조될 수 있으며, 고분자 후코이단 용액은 전체 조성물에 대하여 고분자 후코이단이 0.1 ~ 2.0 중량% 함유된 용액으로 제조될 수 있다.
- [0026] 또한, 조사되는 전자빔은 1 ~ 3 MeV의 에너지에서 0.1 ~ 20kGy의 조사량으로 조사하는 것이 바람직하다. 본 발명의 일실시예에서는 전자빔 에너지를 1, 2.5MeV, 전자빔 조사량을 2.5, 5.0, 10, 15, 20kGy으로 설정하여 알지네이트 또는 후코이단을 저분자화시켰다. 전자빔을 20kGy 이상 조사하게 되면 의학적 용도로 사용하기에 바람직하지 않다.
- [0027] 본 발명에 따르면 상기 전자빔 조사 시 저분자화 촉매를 사용할 수 있는데, 0.5 ~ 4.5% 농도의 과산화수소(H_2O_2)를 저분자화 촉매로 사용할 수 있다.
- [0028] 또한, 알지네이트 용액 또는 후코이단 용액을 용기에 넣은 후, 공기를 빼 진공상태를 만든 후 전자빔을 조사할 수 있다.
- [0029] 나아가, 상기 전자빔 조사 시 산소를 펌핑해줌으로써 저분자화 효율을 더 높일 수 있다.
- [0030] 이와 같이 전자빔 조사에 의해 저분자화된 알지네이트 용액 또는 저분자화된 후코이단 용액을 침전시키고, 여과시켜 저분자화된 알지네이트 또는 후코이단을 얻을 수 있다.
- [0031] 본 발명자들은 전자빔 조사에 의하여 알지네이트와 후코이단의 저분자화 수율이 어떻게 변화하는지를 살펴보기 위하여, 전자빔 에너지, 전자빔의 조사량, 용액의 농도, 촉매(과산화수소)의 양 등을 변화시키면서 각각 저분자화 수율에 어떠한 영향을 끼치는지를 확인하였다.
- [0032] 그 결과, 전자빔 에너지가 높을 때 알지네이트와 후코이단의 저분자화 수율이 증가하였고, 전자빔 조사량이 증가할수록 알지네이트와 후코이단의 저분자화 수율이 증가하였다.

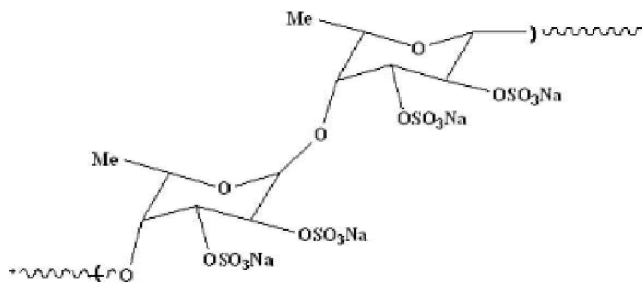
[0033] 본 발명의 일실시예에서 전자빔 조사에 의해 저분자화된 알지네이트의 가능한 말단구조는 다음과 같다.



[0034]

[0035] 본 발명자들은 저분자화된 알지네이트의 구조를 분석하기 위하여 적외선 분광기(FT-IR), 핵자기 공명분광기(FT-NMR), 분광광도계(UV-Vis spectrometer)를 이용하여 분석하였으며, 그 결과 저분자화된 알지네이트는 고분자 알지네이트보다 더 많은 흡수영역을 보이고, 전자빔 조사량이 증가함에 따라 카보닐 피크의 강도가 증가한 것을 통해 알지네이트의 저분자화가 진행되어 고리의 사슬이 끊어지면서 새로운 카보닐기가 생성되는 즉, 분자량의 감소로 카보닐을 갖는 분자의 수가 증가한 것을 확인할 수 있었으며, 과산화수소촉매를 사용하지 않거나, 전자빔을 조사한 낮은 분자량의 저분자화 알지네이트에서 C=C말단기가 증가함을 확인할 수 있었다(도 23 내지 도 29 참조).

[0036] 본 발명의 일실시예에서 전자빔 조사에 의해 저분자화된 후코이단은 다음과 같은 구조를 가지고 있다.



[0037]

[0038] 본 발명자들은 저분자화된 후코이단의 구조를 분석하기 위하여 적외선 분광기(FT-IR), 핵자기 공명분광기(FT-NMR)를 이용하여 분석하였으며, 그 결과 전자빔 조사에 의하여 후코이단의 분자량이 감소하면서 말단기(COOH)의 수가 증가하여 1750cm⁻¹의 카보닐(C=O)의 강도가 증가함을 확인하였다(도 30 내지 도 32 참조).

[0039] 이하, 본 발명을 실시예 및 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

<실시예 1>

본 발명에 따른 실험조건

본 발명자들은 전자빔 조사에 의하여 알지네이트와 후코이단의 저분자화 수율의 변화를 살펴보기 위하여, 용액의 농도, 전자빔의 조사량, 촉매(과산화수소)의 양 및 전자빔 에너지에 의해 각각 어떠한 영향을 받는지를 조사하였다. 전자빔 조사장치는 (주)이비테크(대전)의 2.5MeV의 EPS(electron processing system)를 사용하였다. 본 발명에 따른 실험조건을 하기의 표 1에 나타내었다.

표 1

본 발명에 따른 실험조건

전자빔 에너지(MeV)	조사량 (dose, kGy)	전류(current, mA)	조사횟수(times)	컨베이어 속도(m/min)
1.0	2.5	1.7	1	10
	5.0	4.0	1	
	10.0	4.0	2	
	15.0	4.0	3	
	20.0	4.0	4	
2.5	2.5	2.25	1	
	5.0	4.5	1	
	10.0	4.5	2	
	15.0	4.5	3	
	20.0	4.5	4	

<실시예 2>

본 발명의 전자빔 조사량에 따른 알지네이트와 후코이단의 분자량 및 저분자화 수율

본 발명자들은 전자빔 에너지, 전자빔 조사량, 촉매(과산화수소)의 농도 등에 의한 저분자화 수율을 조사하기 위하여 농도가 2 w/v% 인 알지네이트와 후코이단 용액을 사용하였으며, 각각의 시료에 0%, 1.5%, 3.0%, 4.5%의 과산화수소를 촉매로 첨가하여 실험하였다.

저분자화 알지네이트와 후코이단의 절대분자량은 수용성 컬럼(Ultrahydrogel Linear column)을 설치한 겔투과 크로마토그래피법-다각도 광산란광도(GPC-MALLS)[WYATT Technology corporation. Detector - LS : DAWN EOS - RI : OPTILAB DSP]를 사용하여 0.1N NaNO₃ 수용액을 이동상(eluent)으로 1.0mL/min하여 40℃에서 측정하였다.

고유점도(inherent viscosity)는 0.5g/dl의 수용액을 35℃에서 측정하였다.

전자빔 조사에 의한 저분자화 수율(Gs)은 다음과 같은 식(1)로 계산하였다.

[식 1]

$$G_s = \frac{2c}{Dd} \left(\frac{1}{M_w} - \frac{1}{M_{w0}} \right)$$

상기 식(1)에서 각각의 기호가 나타내는 것은 다음과 같다.

Gs : 저분자화 수율(mol/J)

D : 조사량(Gy)

d : 용액의 밀도(kg/dm³)

C : 용액의 농도(g/dm³)

[0057] Mw_0 : 전자빔 조사 전의 평균분자량

[0058] Mw : 전자빔 조사 후의 평균분자량

[0059] 상기와 같이 측정한 전자빔 조사(2.5, 1.0MeV)에 의한 저분자 알지네이트의 특성을 하기 표 2 및 표 3에 나타내었고(도 7 내지 도 14 참조), 전자빔 조사(2.5, 1.0MeV)에 의한 저분자 후코이단의 특성을 하기 표 4 및 표 5에 나타내었다(도 15 내지 도 22 참조).

[0060] 그 결과, 전자빔 에너지가 높을수록 알지네이트의 분자량이 낮아지고, 전자빔 조사량이 많을수록 알지네이트의 분자량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(도 2 및 도 4 참조). 이를 통해 전자빔 에너지가 높고, 전자빔 조사량이 많은 조건에서 알지네이트의 저분자화 수율이 높아지는 것을 알 수 있었다. 과산화수소 농도의 영향에 대해서 살펴보면, 전자빔 에너지 2.5MeV, 전자빔 조사량 20kGy 조건에서는 과산화수소의 농도가 3.0%일 때 가장 좋은 결과를 보였으며(도 3 참조), 전자빔 에너지 1.0MeV, 전자빔 조사량 20kGy 조건에서는 과산화수소의 농도가 4.5% 일 때 가장 좋은 결과를 보였다(도 5 참조).

[0061] 또한, 후코이단의 경우도 상기 알지네이트에서 나타난 결과와 같이 전자빔 조사량이 많을수록 후코이단의 분자량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다(도 6 참조).

[0062] 따라서, 이러한 결과를 통해 전자빔 조사를 통해 알지네이트와 후코이단을 효과적으로 저분자화시킬 수 있음을 알 수 있었다.

표 2

[0063] 전자빔 조사(2.5kV)에 의한 저분자 알지네이트의 특성(2.0w/v% 용액)

샘플		H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	G _s × 10 ⁻⁴ (mol/J)	pH*
초기 알지네이트				446,467	226,167	1.974	6.44	-	7.63
1	A-2.5-HP0-2.5	0	2.5	92,187	46,768	1.971	1.88	1.989	6.13
2	A-2.5-HP0-5.0	0	5.0	51,786	26,310	1.968	1.36	1.972	6.13
3	A-2.5-HP0-10	0	10.0	30,809	15,688	1.964	1.09	1.745	5.83
4	A-2.5-HP0-15	0	15.0	20,709	10,573	1.959	0.96	1.773	4.84
5	A-2.5-HP0-20	0	20.0	13,717	7,033	1.950	0.87	2.041	5.32
6	A-2.5-HP1.5-2.5	1.5	2.5	55,671	28,277	1.969	1.41	3.632	5.53
7	A-2.5-HP1.5-5	1.5	5.0	23,817	12,147	1.961	1.00	4.591	5.19
8	A-2.5-HP1.5-10	1.5	10.0	9,055	4,672	1.938	0.81	6.248	5.01
9	A-2.5-HP1.5-15	1.5	15.0	5,948	3,098	1.920	0.77	6.387	4.82
10	A-2.5-HP1.5-20	1.5	20.0	3,617	1,918	1.886	0.74	7.919	4.67
11	A-2.5-HP3.0-2.5	3.0	2.5	68,102	34,572	1.970	1.57	2.875	5.39
12	A-2.5-HP3.0-5	3.0	5.0	33,917	17,261	1.965	1.13	3.147	5.15
13	A-2.5-HP3.0-10	3.0	10.0	9,832	5,065	1.941	0.82	5.745	4.94
14	A-2.5-HP3.0-15	3.0	15.0	7,501	3,885	1.931	0.79	5.046	4.83
15	A-2.5-HP3.0-20	3.0	20.0	4,394	2,312	1.901	0.75	6.508	4.80
16	A-2.5-HP4.5-2.5	4.5	2.5	80,533	40,867	1.971	1.73	2.351	5.57
17	A-2.5-HP4.5-5	4.5	5.0	44,794	22,769	1.967	1.27	2.320	5.40
18	A-2.5-HP4.5-10	4.5	10.0	30,032	15,294	1.964	1.08	1.794	5.16
19	A-2.5-HP4.5-15	4.5	15.0	8,278	4,279	1.935	0.80	4.565	4.82
20	A-2.5-HP4.5-20	4.5	20.0	5,171	2,705	1.912	0.76	5.520	4.94

[0064] * pH 측정 방법은 실온에서 시료농도 0.5g/dl에서 측정

표 3

[0065] 전자빔 조사(1.0kV)에 의한 저분자 알지네이트의 특성(2.0w/v% 용액)

	샘플	H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량(Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	G _s × 10 ⁻⁴ (mol/J)
21	A-1-HP0-2.5	0	2.5	148,126	75,094	1.973	2.60	1.042
22	A-1-HP0-5.0	0	5.0	93,741	47,555	1.971	1.90	0.973
23	A-1-HP0-10	0	10.0	122,487	62,111	1.972	2.27	0.342
24	A-1-HP0-15	0	15.0	89,079	45,194	1.971	1.84	0.346
25	A-1-HP0-20	0	20.0	58,002	29,457	1.969	1.44	0.433
26	A-1-HP1.5-2.5	1.5	2.5	81,310	41,260	1.971	1.74	2.324
27	A-1-HP1.5-5	1.5	5.0	84,418	42,834	1.971	1.78	1.110
28	A-1-HP1.5-10	1.5	10.0	71,987	36,539	1.970	1.62	0.673
29	A-1-HP1.5-15	1.5	15.0	40,133	20,409	1.966	1.21	0.873
30	A-1-HP1.5-20	1.5	20.0	40,909	20,802	1.967	1.22	0.641
31	A-1-HP3.0-2.5	3.0	2.5	99,956	50,702	1.971	1.98	1.794
32	A-1-HP3.0-5	3.0	5.0	52,563	26,704	1.968	1.37	1.939
33	A-1-HP3.0-10	3.0	10.0	57,225	29,064	1.969	1.43	0.880
34	A-1-HP3.0-15	3.0	15.0	65,771	33,392	1.970	1.54	0.499
35	A-1-HP3.0-20	3.0	20.0	55,671	28,277	1.969	1.41	0.454
36	A-1-HP4.5-2.5	4.5	2.5	143,464	72,734	1.972	2.54	1.093
37	A-1-HP4.5-5	4.5	5.0	48,679	24,736	1.968	1.32	2.114
38	A-1-HP4.5-10	4.5	10.0	68,102	34,572	1.970	1.57	0.719
39	A-1-HP4.5-15	4.5	15.0	64,994	32,998	1.970	1.53	0.506
40	A-1-HP4.5-20	4.5	20.0	35,471	18,048	1.965	1.15	0.749

표 4

[0066] 전자빔 조사(1.0kV)에 의한 저분자 후코이단의 특성(2.0w/v% 용액)

	샘플	H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량(Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	G _s × 10 ⁻⁴ (mol/J)	pH*
천연	후코이단	-	0	99,956	50,702	1.971	1.98	-	5.83
41	F-1-HP0-2.5	0	2.5	65,771	33,392	1.970	1.54	0.824	4.43
42	F-1-HP0-5.0	0	5.0	50,233	25,523	1.968	1.34	0.784	4.23
43	F-1-HP0-10	0	10.0	38,579	19,622	1.966	1.19	0.630	3.93
44	F-1-HP0-15	0	15.0	30,809	15,688	1.964	1.09	0.593	3.72
45	F-1-HP0-20	0	20.0	23,817	12,147	1.961	1.00	0.633	3.52
46	F-1-HP1.5-2.5	1.5	2.5	63,440	32,211	1.970	1.51	0.912	4.43
47	F-1-HP1.5-5	1.5	5.0	44,017	22,376	1.967	1.26	1.007	4.21
48	F-1-HP1.5-10	1.5	10.0	34,694	17,655	1.965	1.14	0.745	3.84
49	F-1-HP1.5-15	1.5	15.0	23,040	11,754	1.960	0.99	0.882	3.50
50	F-1-HP1.5-20	1.5	20.0	17,602	9,000	1.956	0.92	0.927	3.46
51	F-1-HP3.0-2.5	3.0	2.5	59,556	30,244	1.969	1.46	1.075	4.31
52	F-1-HP3.0-5	3.0	5.0	51,786	26,310	1.968	1.36	0.737	4.24
53	F-1-HP3.0-10	3.0	10.0	37,802	19,229	1.966	1.18	0.651	3.93
54	F-1-HP3.0-15	3.0	15.0	26,148	13,327	1.962	1.03	0.746	3.62
55	F-1-HP3.0-20	3.0	20.0	23,817	12,147	1.961	1.00	0.633	3.52
56	F-1-HP4.5-2.5	4.5	2.5	7,501	3,885	1.931	0.79	19.533	3.32
57	F-1-HP4.5-5	4.5	5.0	47,125	23,950	1.968	1.30	0.888	4.20
58	F-1-HP4.5-10	4.5	10.0	15,271	7,819	1.953	0.89	2.197	3.41
59	F-1-HP4.5-15	4.5	15.0	37,025	18,835	1.966	1.17	0.449	3.90
60	F-1-HP4.5-20	4.5	20.0	30,032	15,294	1.964	1.08	0.461	3.71

[0067] * pH 측정 방법은 실온에서 시료농도 0.5g/dl에서 측정

표 5

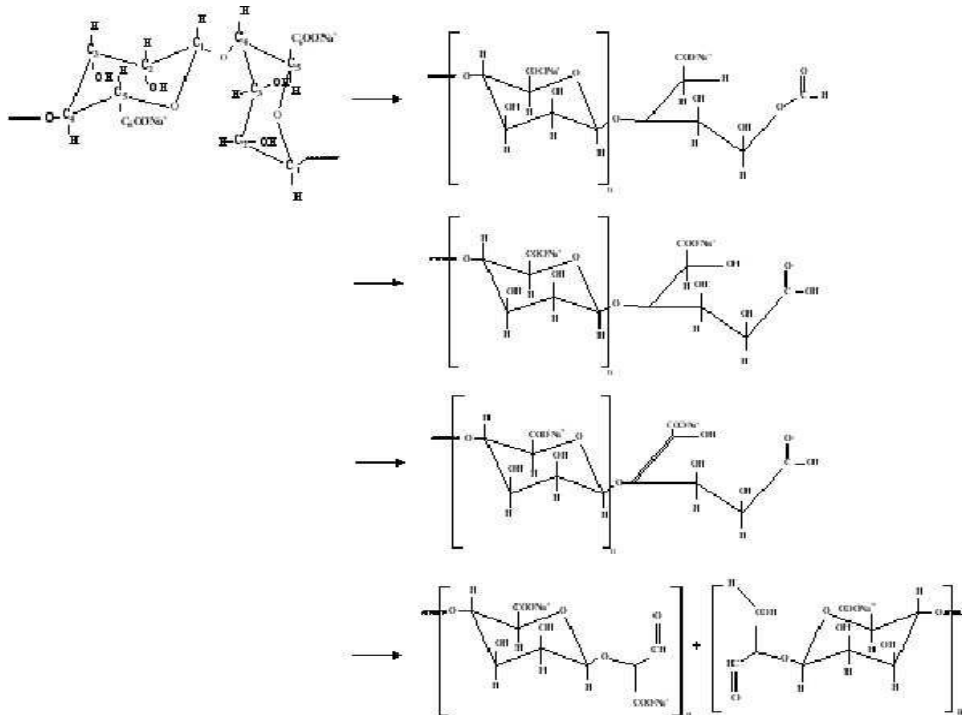
[0068] 전자빔 조사(2.5kV)에 의한 저분자 후코이단의 특성(2.0w/v% 용액)

샘플		H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량(Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	G _s × 10 ⁻⁴ (mol/J)
61	F-2.5-HP0-2.5	0	2.5	44,017	22376	1.967	1.26	2.014
62	F-2.5-HP0-5.0	0	5.0	33,917	17261	1.965	1.13	1.543
63	F-2.5-HP0-10	0	10.0	18378	9393	1.957	0.93	1.759
64	F-2.5-HP0-15	0	15.0	12940	6639	1.949	0.86	1.776
65	F-2.5-HP0-20	0	20.0	8278	4279	1.935	0.80	2.194
66	F-2.5-HP1.5-2.5	1.5	2.5	32363	16475	1.964	1.11	3.310
67	F-2.5-HP1.5-5	1.5	5.0	24594	12540	1.961	1.01	2.428
68	F-2.5-HP1.5-10	1.5	10.0	14494	7426	1.952	0.88	2.336
69	F-2.5-HP1.5-15	1.5	15.0	9832	5065	1.941	0.82	2.421
70	F-2.5-HP1.5-20	1.5	20.0	6725	3492	1.926	0.78	2.747
71	F-2.5-HP3.0-2.5	3.0	2.5	46348	23556	1.968	1.29	1.833
72	F-2.5-HP3.0-5	3.0	5.0	31586	16081	1.964	1.10	1.715
73	F-2.5-HP3.0-10	3.0	10.0	18378	9393	1.957	0.93	1.759
74	F-2.5-HP3.0-15	3.0	15.0	13717	7033	1.950	0.87	1.661
75	F-2.5-HP3.0-20	3.0	20.0	10609	5459	1.943	0.83	1.668
76	F-2.5-HP4.5-2.5	4.5	2.5	46348	23556	1.968	1.29	1.833
77	F-2.5-HP4.5-5	4.5	5.0	36248	18442	1.966	1.16	1.393
78	F-2.5-HP4.5-10	4.5	10.0	14494	7426	1.952	0.88	2.336
79	F-2.5-HP4.5-15	4.5	15.0	15271	7819	1.953	0.89	1.465
80	F-2.5-HP4.5-20	4.5	20.0	11386	5852	1.946	0.84	1.541

[0069] <실시예 2>

[0070] 본 발명의 전자빔 조사에 의한 저분자화 알지네이트의 구조

[0071] 본 발명에서 전자빔 조사에 의해 저분자화된 알지네이트의 가능한 말단구조는 다음과 같다.



[0072]

[0073] 본 발명자들은 알지네이트의 구조 분석을 위해 적외선 분광기[FT-IR](KBr pellet, NICOLET 6700, Thermoscientific, USA), 핵자기 공명분광기[FT-NMR](D2O, Jeol 300MHz), 분광광도계[UV-Vis spectrometer](Scinco, S3100)를 이용하여 분석하였다.

[0074] 그 결과, FT-IR 데이터(도 23 및 도 24참조)에서와 같이 저분자화 알지네이트의 구조는 고분자 알지네이트 보다 는 더 많은 흡수영역(absorption band)이 보이며, 특히 1750cm⁻¹이상에서 카보닐(carbonyl, C=O) 피크의 강도가 전자빔 조사량이 증가함에 따라 함께 증가함으로서 분자량의 감소로 분자 사슬 끝(chain end)에 카보닐기를 갖 는 분자의 수가 증가함을 나타내었다.

[0075] 또한, 수소-NMR 데이터(도 25 및 도 26 참조)에서는 알지네이트의 마누로네이트(mannuronate), 글루로네이트 (gluronate) 구조의 전형적인 피크 범위(3.8 ~ 4.9ppm)에서는 과산화수소의 농도의 변화와 조사량의 변화에 따 라 특별하게 생성되거나 사라지는 피크는 관찰되지 않았다. 그리고, 알지네이트의 저분자화가 진행되어 고리의 사슬이 끊어지면서 새로운 카보닐기가 생성된 것을 확인할 수 있었다. 8.5 ppm에서 과산화수소량의 증가에 따라 피크의 강도(intensity)가 증가함을 확인 할 수 있는데 이는 1,4-글리코사이드 결합(1,4-glycosidic bond)이 끊어지면서 생성되는 분자사슬 끝에 존재하는 포메이트(formate)의 구조임을 확인할 수 있었다.

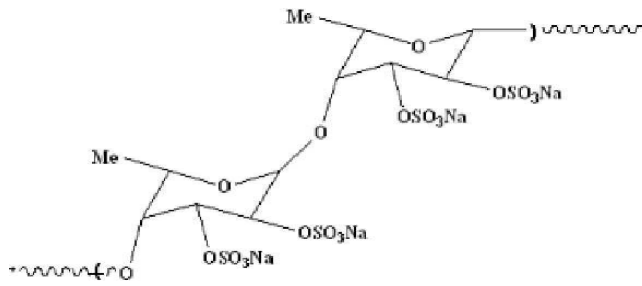
[0076] 또한, 탄소-13 NMR 스펙트럼(27(a) ~ 도 27(c) 참조)에서는 과산화수소를 3%사용하여 저분자화된 알지네이트의 구조가 고분자 알지네이트와 유사하며, H-NMR 데이터와 같이 1,4-글리코사이드 결합을 끊어 저분자화 됨을 알 수 있었다.

[0077] 또한, UV 스펙트럼(도 28 및 도 29 참조)에서 보면 280nm흡수대의 흡수강도가 증가하는 것은 분자 사슬 말단 탄소-탄소 이중결합(C=C)의 수가 증가함을 보여 주고, 과산화수소 촉매를 사용하지 않거나 저분자화 수율이 높은 즉, 전자빔을 조사한 분자량이 낮은 저분자화 알지네이트에서 C=C말단기가 증가함을 관찰할 수 있었다.

[0078] <실시예 3>

[0079] 본 발명의 전자빔 조사에 의한 저분자화 후코이단의 구조

[0080] 본 발명에서 전자빔 조사에 의해 저분자화된 후코이단은 다음과 같은 구조를 가지고 있다.



[0081]

[0082] 전자빔 조사에 의하여 후코이단의 분자량이 감소하면서 말단기(COOH)의 수가 증가하여 1750cm^{-1} 의 카보닐(C=O)의 강도가 증가함을 보였으며(도 30 및 도 31 참조), 이는 NMR 데이터(도 32 참조)에서도 고분자 후코이단의 피크가 저분자화 되면서 저자장 쪽으로 이동하는 것은 분자 말단기(COOH)의 증가 때문일 것으로 사료되었다.

[0083] <실시예 4>

[0084] 본 발명의 전자빔 조사량과 용액의 농도에 따른 알지네이트의 분자량 및 저분자화 수율

[0085] 본 발명자들은 알지네이트 용액의 농도에 따른 저분자화 수율을 조사하기 위해 알지네이트 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 w/v%의 용액을 제조하여 수득율을 계산하였다.

[0086] 촉매(과산화수소)의 농도, 반응 용액의 농도 등의 최적 조건을 조사하기 위해 알지네이트 고분자 용액의 농도에 따른 저분자화 수율을 조사하여 하기의 표 6에 나타내었다(도 33 내지 도 36 참조).

표 6

[0087] 용액의 농도에 따른 저분자화 알지네이트의 특성(1.0MeV)

샘플	농도 (w/v%)	H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량(Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	$G_s \times 10^{-4}$ (mol/J)
31 A-1-HP3.0-2.5	2.0	3.0	2.5	99,956	50,702	1.971	1.98	1.794
32 A-1-HP3.0-5		3.0	5.0	52,563	26,704	1.968	1.37	1.939
33 A-1-HP3.0-10		3.0	10.0	57,225	29,064	1.969	1.43	0.880
34 A-1-HP3.0-15		3.0	15.0	65,771	33,392	1.970	1.54	0.499
35 A-1-HP3.0-20		3.0	20.0	55,671	28,277	1.969	1.41	0.454
81 A-1-HP3.0-2.5	1.5	3.0	2.5	70,433	35,752	1.970	1.60	1.381
82 A-1-HP3.0-5		3.0	5.0	65,771	33,392	1.970	1.54	0.749
83 A-1-HP3.0-10		3.0	10.0	43,240	21,983	1.967	1.25	0.603
84 A-1-HP3.0-15		3.0	15.0	19,932	10,180	1.958	0.95	0.923
85 A-1-HP3.0-20		3.0	20.0	20,709	10,573	1.959	0.96	0.665
86 A-1-HP3.0-2.5	1.0	3.0	2.5	54,117	27,490	1.969	1.39	1.876
87 A-1-HP3.0-5		3.0	5.0	33,140	16,868	1.965	1.12	1.613
88 A-1-HP3.0-10		3.0	10.0	16,048	8,213	1.954	0.90	1.735
89 A-1-HP3.0-15		3.0	15.0	15,271	7,819	1.953	0.89	1.218
90 A-1-HP3.0-20		3.0	20.0	9,832	5,065	1.941	0.82	1.436
91 A-1-HP3.0-2.5	0.5	3.0	2.5	40,133	20,409	1.966	1.21	2.619
92 A-1-HP3.0-5		3.0	5.0	36,248	18,442	1.966	1.16	1.464
93 A-1-HP3.0-10		3.0	10.0	25,371	12,934	1.962	1.02	1.074
94 A-1-HP3.0-15		3.0	15.0	18,378	9,393	1.957	0.93	1.004
95 A-1-HP3.0-20		3.0	20.0	10,609	5,459	1.943	0.83	1.329

표 7

용액의 농도에 따른 저분자화 알지네이트의 특성(2.5MeV)

샘플		농도 (w/v%)	H ₂ O ₂ 농도%	전자빔 조사량 (kGy)	중량평균 분자량(Mw)	수평균 분자량(Mn)	다분산지수 (PDI, Mw/Mn)	고유점도 (η_{inh})	$G_s \times 10^{-4}$ (mol/J)
11	A-2.5-HP3.0-2.5	2.0	3.0	2.5	68,102	34,572	1.970	1.57	2.875
12	A-2.5-HP3.0-5		3.0	5.0	33,917	17,261	1.965	1.13	3.147
13	A-2.5-HP3.0-10		3.0	10.0	9,832	5,065	1.941	0.82	5.745
14	A-2.5-HP3.0-15		3.0	15.0	7,501	3,885	1.931	0.79	5.046
15	A-2.5-HP3.0-20		3.0	20.0	4,394	2,312	1.901	0.75	6.508
96	A-2.5-HP3.0-2.5	1.5	3.0	2.5	82,864	42,047	1.971	1.76	1.135
97	A-2.5-HP3.0-5		3.0	5.0	60,333	30,638	1.969	1.47	0.828
98	A-2.5-HP3.0-10		3.0	10.0	37,802	19,229	1.966	1.18	0.699
99	A-2.5-HP3.0-15		3.0	15.0	18,378	9,393	1.957	0.93	1.004
100	A-2.5-HP3.0-20		3.0	20.0	14,494	7,426	1.952	0.88	0.964
101	A-2.5-HP3.0-2.5	1.0	3.0	2.5	71,210	36,146	1.970	1.61	1.363
102	A-2.5-HP3.0-5		3.0	5.0	38,579	19,622	1.966	1.19	1.368
103	A-2.5-HP3.0-10		3.0	10.0	16,825	8,606	1.955	0.91	1.652
104	A-2.5-HP3.0-15		3.0	15.0	14,494	7,426	1.952	0.88	1.285
105	A-2.5-HP3.0-20		3.0	20.0	9,832	5,065	1.941	0.82	1.436
106	A-2.5-HP3.0-2.5	0.5	3.0	2.5	58,779	29,851	1.969	1.45	1.706
107	A-2.5-HP3.0-5		3.0	5.0	22,263	11,360	1.960	0.98	2.465
108	A-2.5-HP3.0-10		3.0	10.0	16,048	8,213	1.954	0.9	1.735
109	A-2.5-HP3.0-15		3.0	15.0	9,832	5,065	1.941	0.82	1.915
110	A-2.5-HP3.0-20		3.0	20.0	9,055	4,672	1.938	0.81	1.562

그 결과, 상기 표 6 내지 표 7 및 도 33 내지 도 36에서 나타난 바와 같이, 전자빔 조사량이 증가할수록 알지네이트의 저분자화 수율이 증가함을 알 수 있었다. 전자빔 에너지가 2.5MeV일 때, 전자빔 조사량이 증가함에 따라 저분자화 수율이 증가하였고, 과산화수소 농도3%에서 반응 용액의 농도가 2.0w%일 때 비교적 높은 저분자화 수율을 보였다. 반면, 전자빔 에너지가 1.0 MeV일 때는 그 반대의 경향을 보였고, 반응용액의 농도가 낮을수록 저분자화 수율이 증가함을 관찰하였다. 이는 전자빔 조사 에너지와 전자빔 투과 깊이와 상관관계를 고려할 때 저에너지(1MeV)에서의 반응 용액의 농도가 비교적 낮은 상태에서 저분자화 수율이 증가하는 것으로 일치하는 경향을 보였다.

이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 전자빔 조사에 의한 알지네이트와 후코이단의 저분자화 모식도를 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 알지네이트의 GPC 크로마토그램을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 전자빔 조사량 20kGy일 때의 과산화수소 농도 변화에 따른 알지네이트의 GPC 크로마토그램을 나타낸 것이다.

도 4는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 알지네이트의 GPC 크로마토그램을 나타낸 것이다.

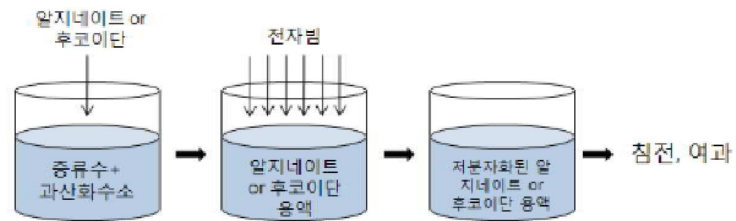
- [0095] 도 5는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV, 전자빔 조사량 20kGy일 때의 과산화수소 농도 변화에 따른 알지네이트의 GPC 크로마토그램을 나타낸 것이다.
- [0096] 도 6은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 후코이단의 GPC 크로마토그램을 나타낸 것이다.
- [0097] 도 7은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 과산화수소 농도와 저분자화 알지네이트의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 8은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 저분자화 알지네이트의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0098] 도 9는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 과산화수소 농도와 저분자화 알지네이트의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 10은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 저분자화 알지네이트의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0099] 도 11은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 과산화수소 농도와 알지네이트의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 12는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 알지네이트의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0100] 도 13은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 과산화수소 농도와 알지네이트의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 14는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 알지네이트의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0101] 도 15는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 과산화수소 농도와 저분자화 후코이단의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 16은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 저분자화 후코이단의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0102] 도 17은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 과산화수소 농도와 저분자화 후코이단의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 18은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 저분자화 후코이단의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0103] 도 19는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 과산화수소 농도와 후코이단의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 20은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 후코이단의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0104] 도 21은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 과산화수소 농도와 후코이단의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 22는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 후코이단의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이다.
- [0105] 도 23은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 알지네이트의 FT-IR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0106] 도 24는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 전자빔 조사량 20kGy일 때의 과산화수소 농도 변화에 따른 알지네이트의 FT-IR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0107] 도 25는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 전자빔 조사량 20kGy일 때의 과산화수소 농도 변화에 따른 알지네이트의 수소 NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0108] 도 26은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 알지네이트의 수소 NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0109] 도 27(a) 내지 도 27(c)는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 알지네이트의 탄소-13 NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0110] 도 28 및 도 29는 본 발명에 따른 알지네이트의 UV 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0111] 도 30 및 도 31은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 후코이단의 FT-IR 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0112] 도 32는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV, 과산화수소 농도 3.0%일 때의 전자빔 조사량 변화에 따른 후코이단의 수소 NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0113] 도 33은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 농도가 다른 알지네이트 수용액의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 34는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 농도가 다른 알지네이트 수용액의 저분자화 수율 사이의 관계를 나타낸 것이다.

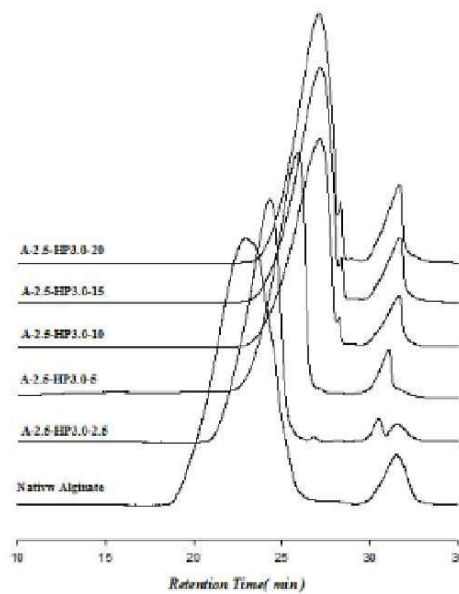
[0114] 도 35는 본 발명에 따른 전자빔 에너지 1.0MeV일 때의 전자빔 조사량과 농도가 다른 알지네이트 수용액의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이고, 도 36은 본 발명에 따른 전자빔 에너지 2.5MeV일 때의 전자빔 조사량과 농도가 다른 알지네이트 수용액의 분자량 사이의 관계를 나타낸 것이다.

도면

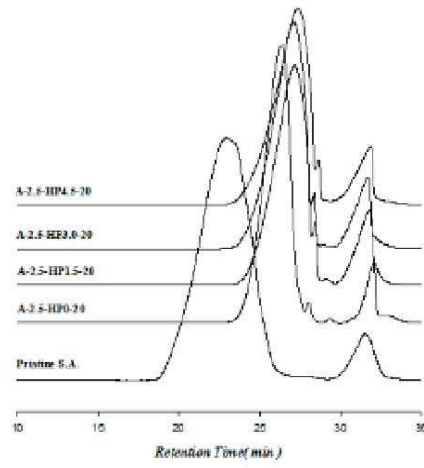
도면1



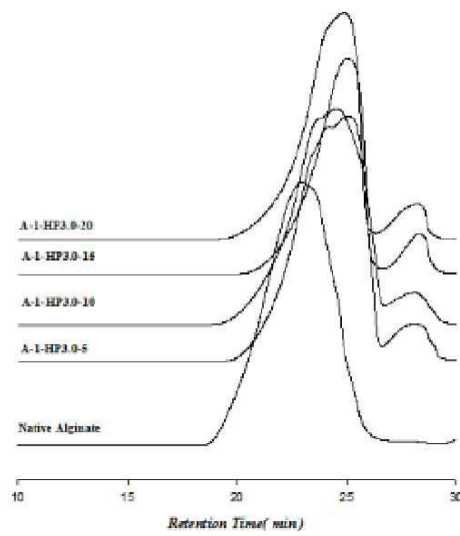
도면2



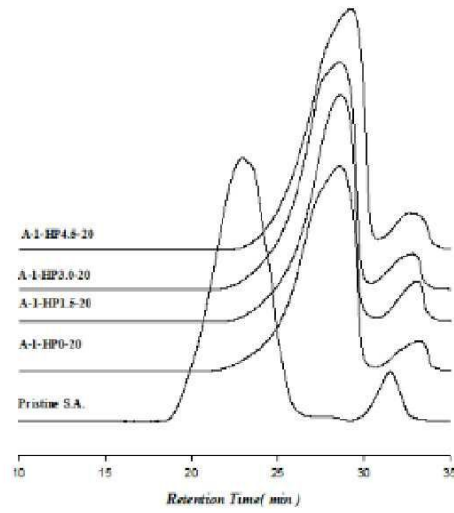
도면3



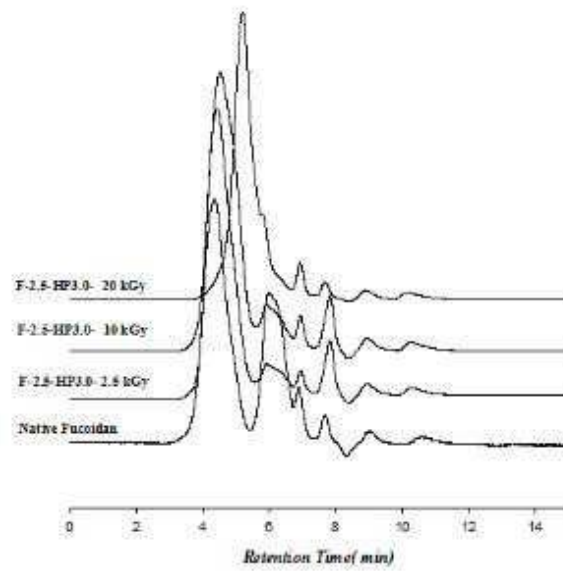
도면4



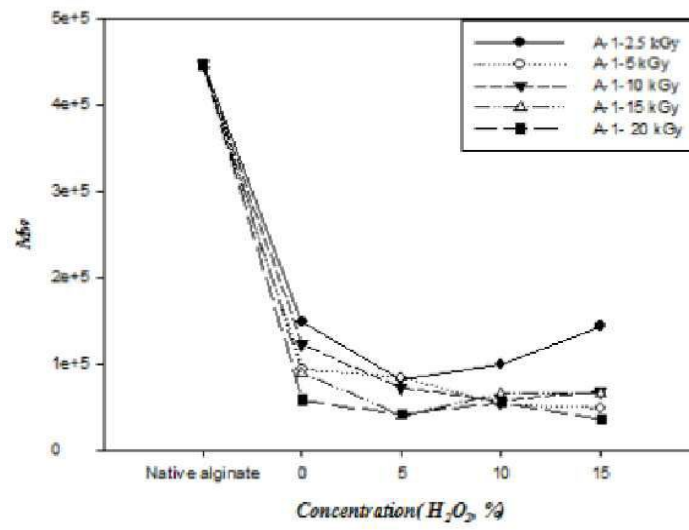
도면5



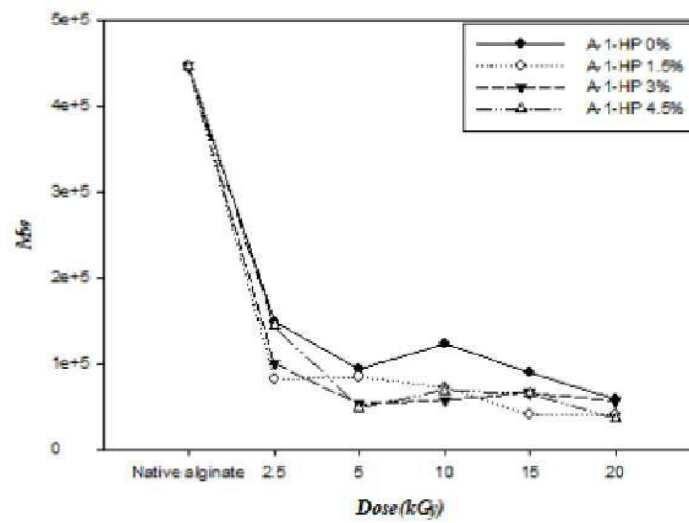
도면6



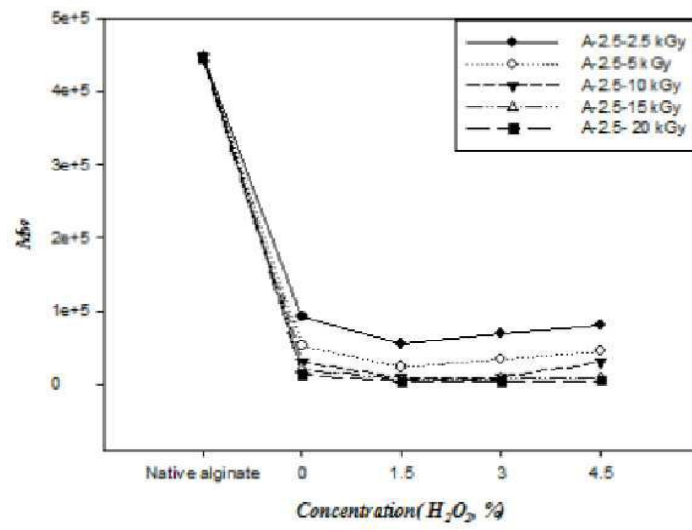
도면7



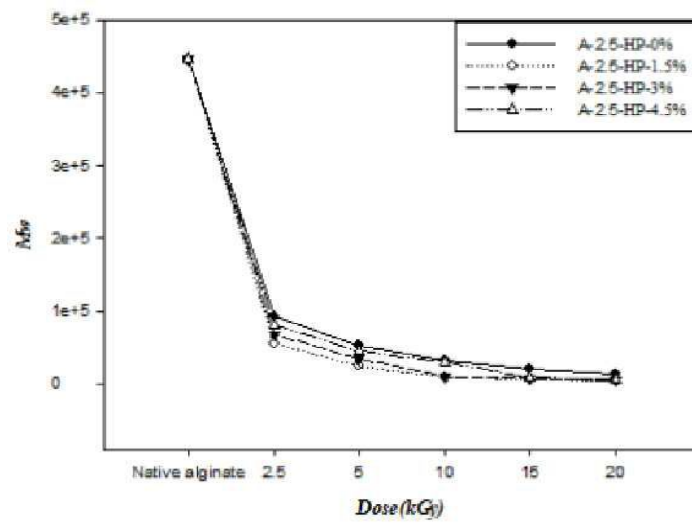
도면8



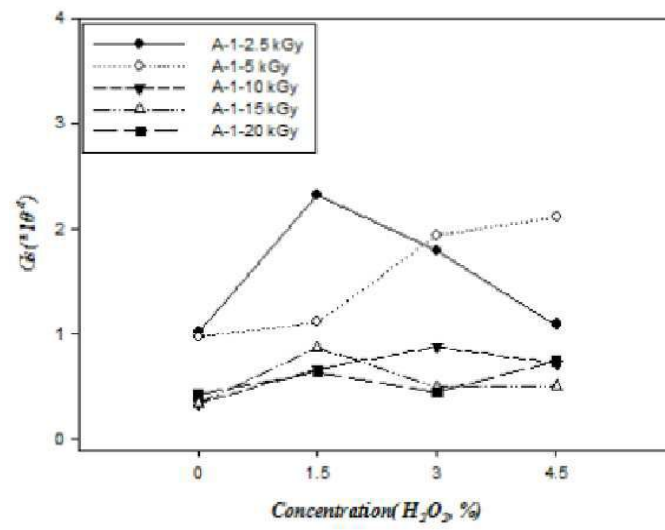
도면9



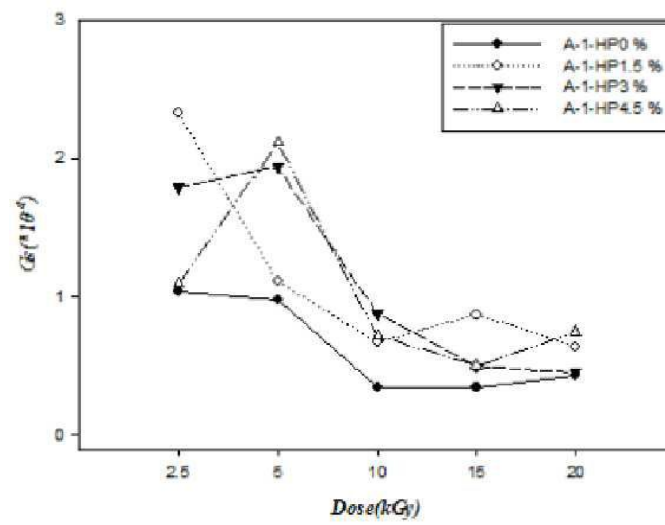
도면10



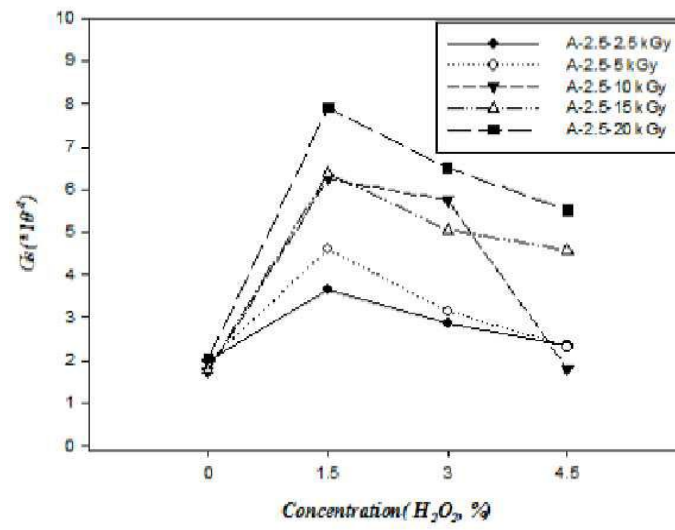
도면11



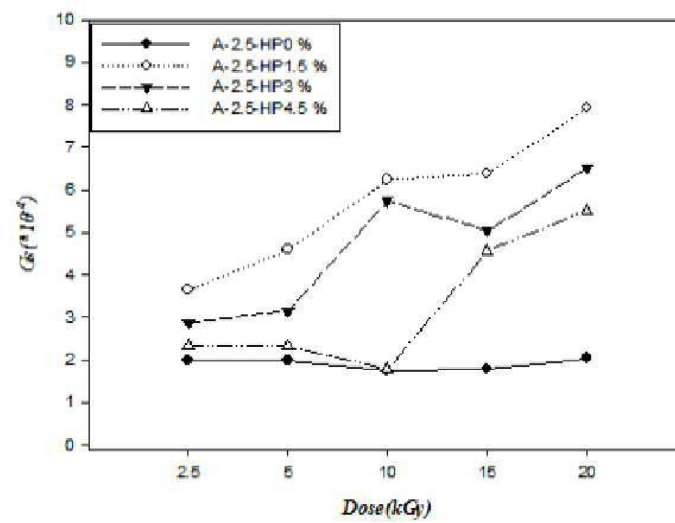
도면12



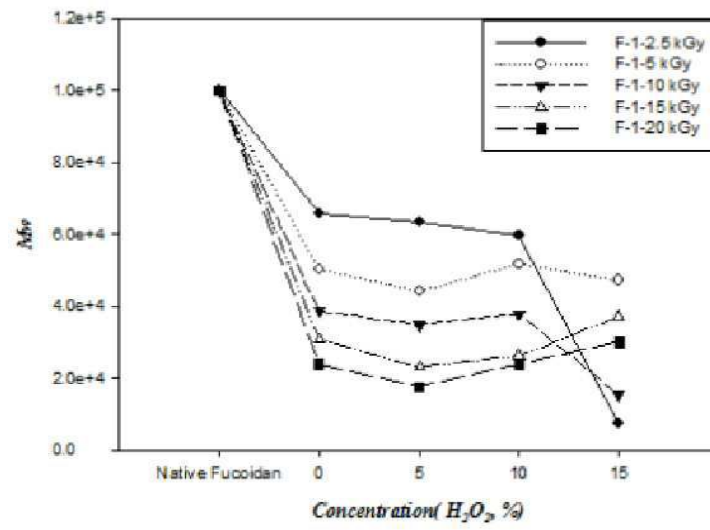
도면13



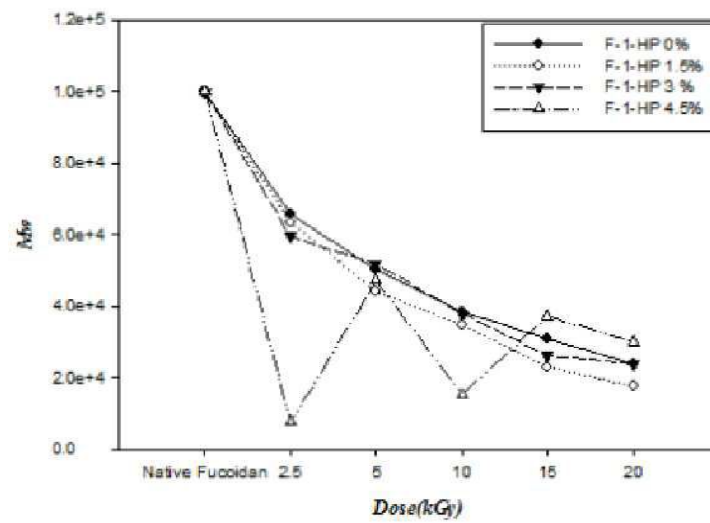
도면14



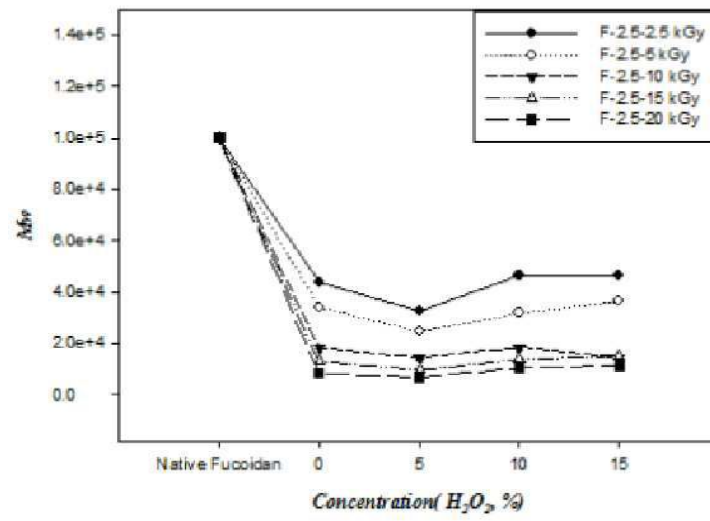
도면15



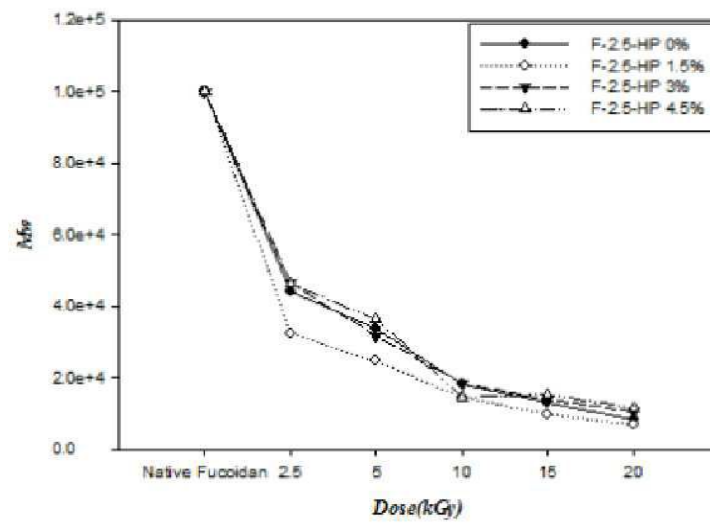
도면16



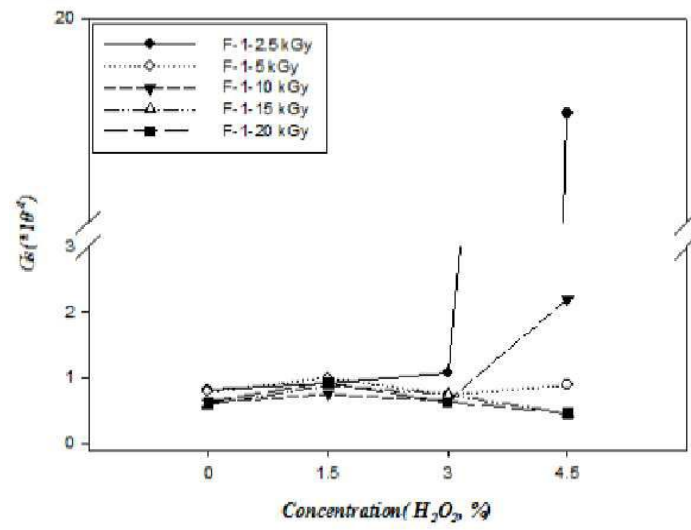
도면17



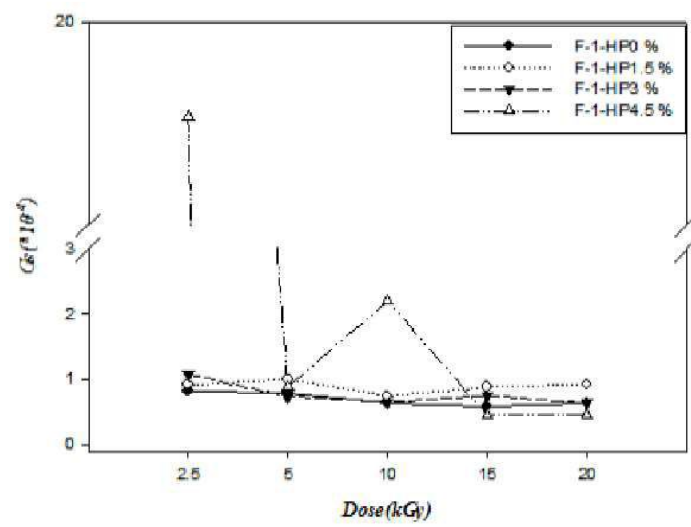
도면18



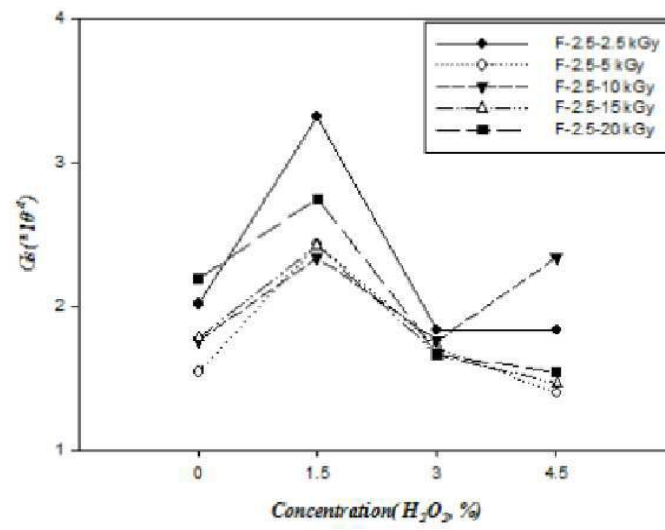
도면19



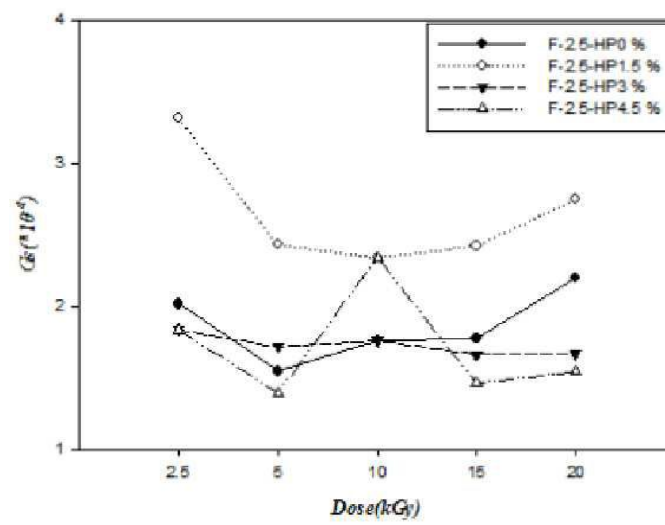
도면20



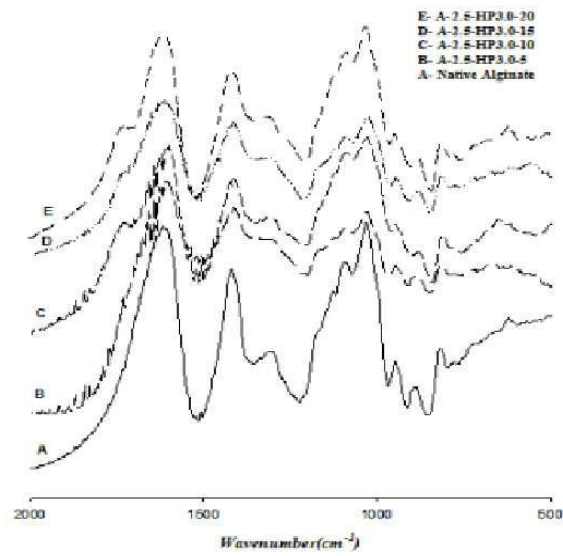
도면21



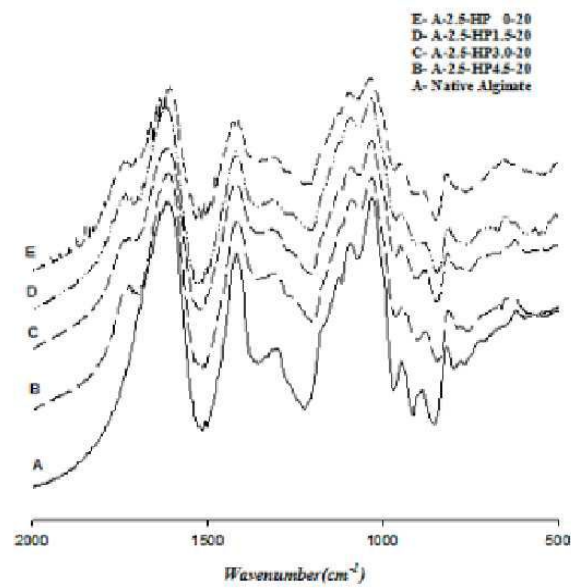
도면22



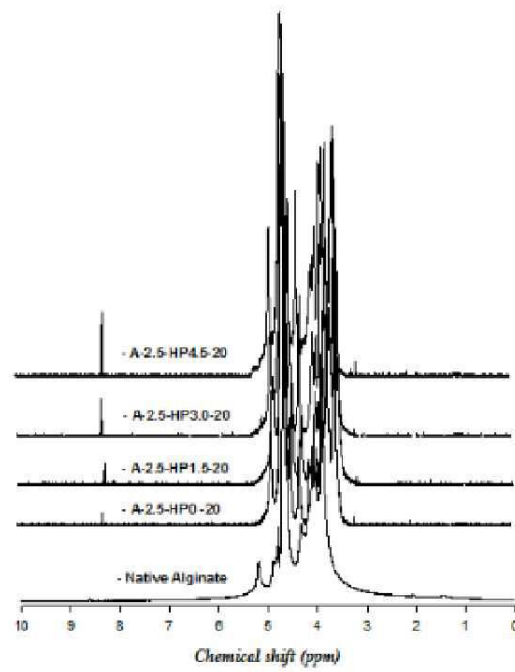
도면23



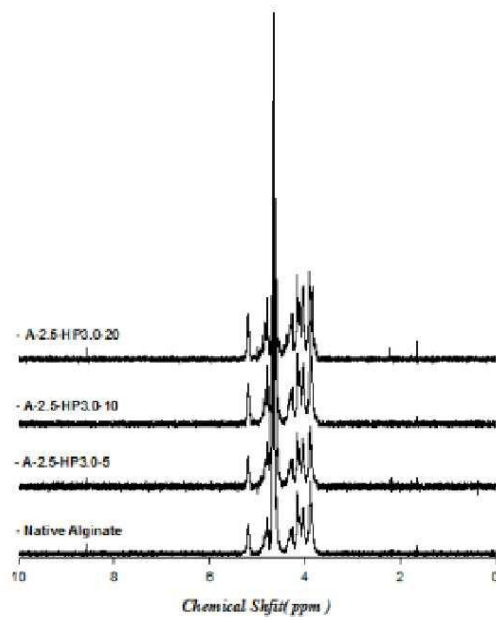
도면24



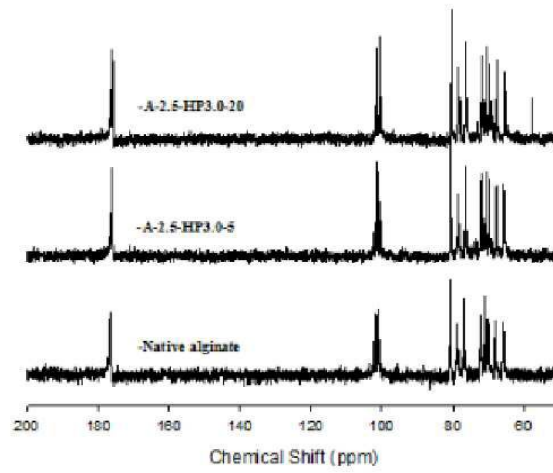
도면25



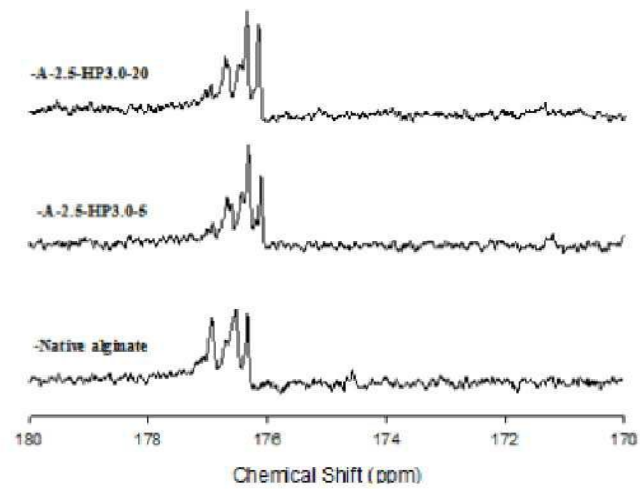
도면26



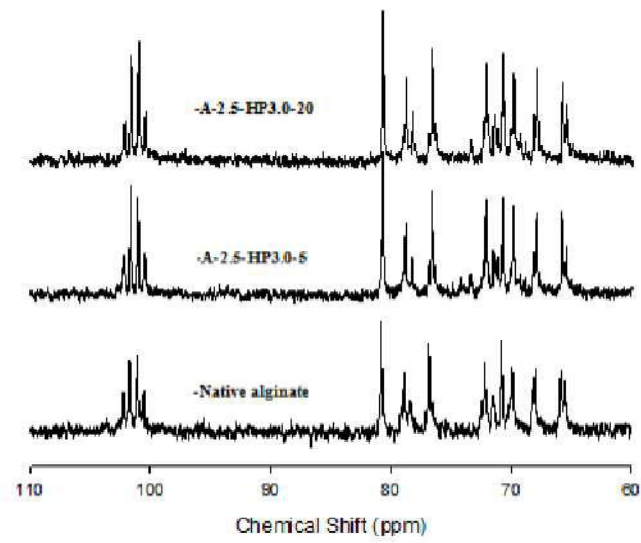
도면27a



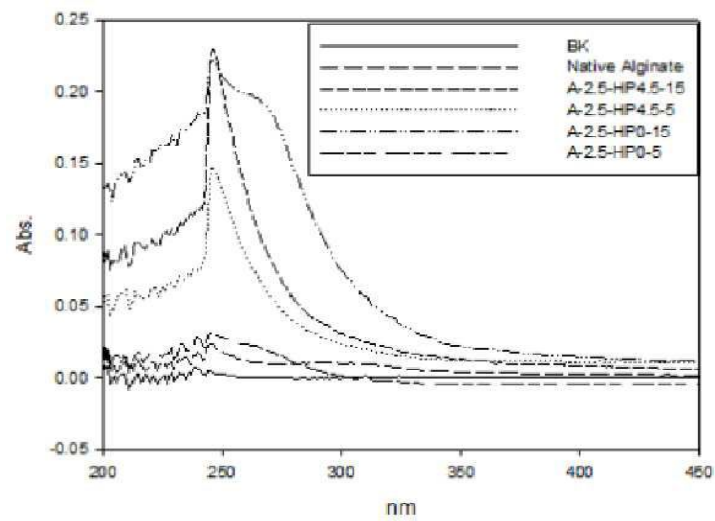
도면27b



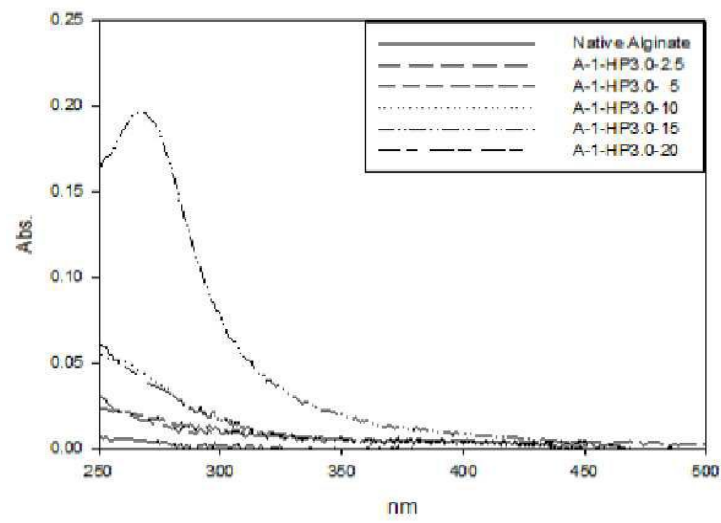
도면27c



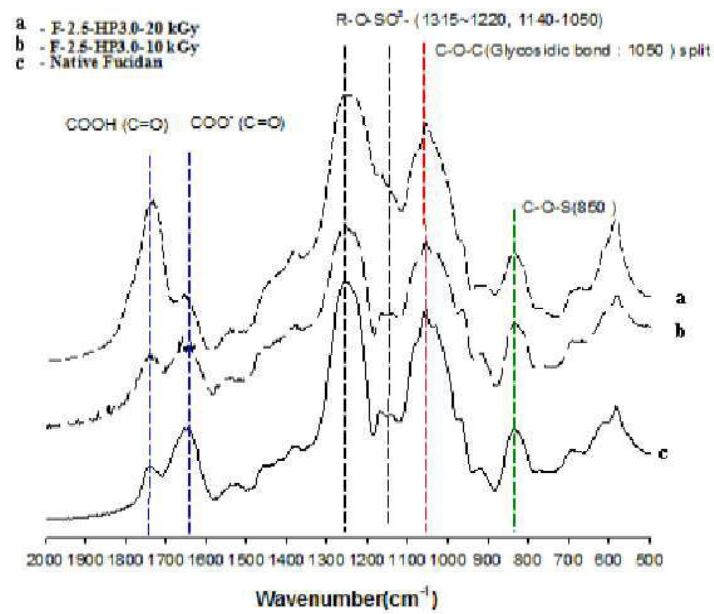
도면28



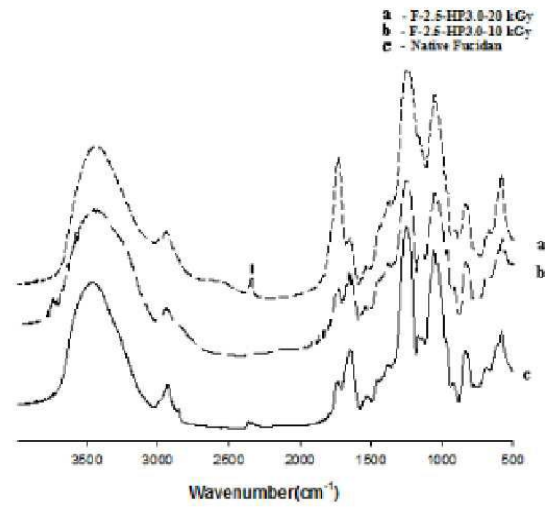
도면29



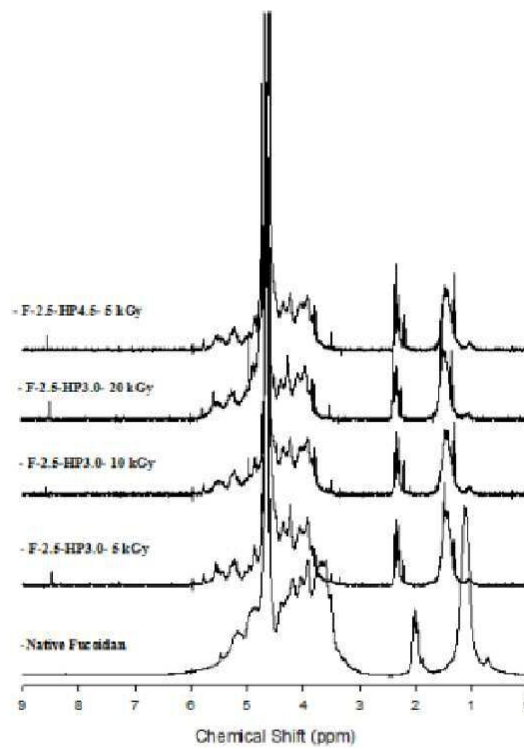
도면30



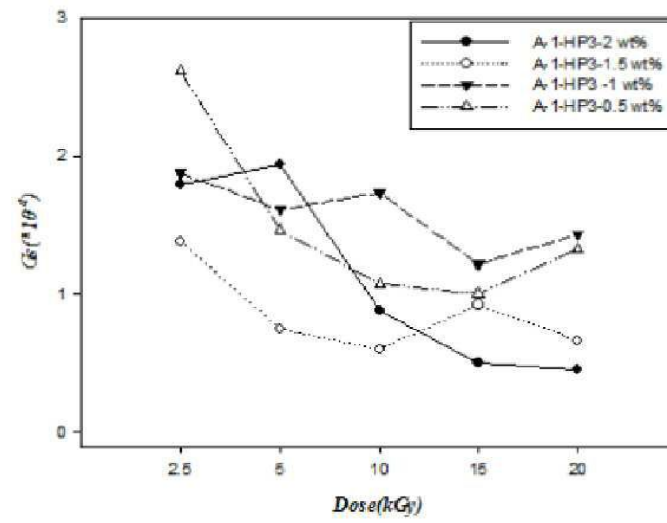
도면31



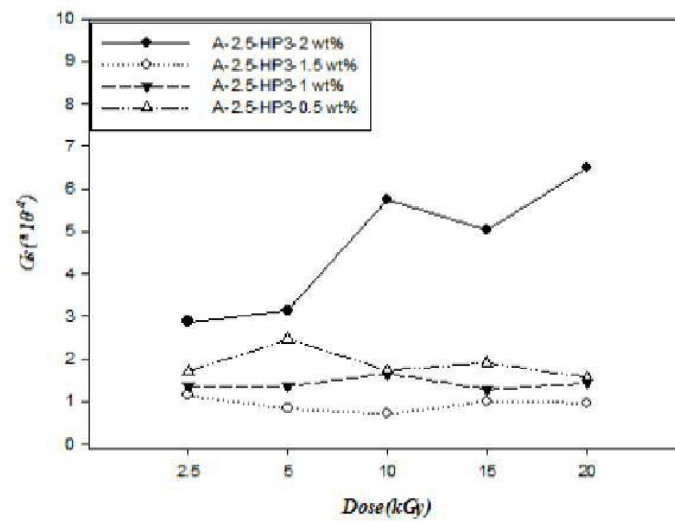
도면32



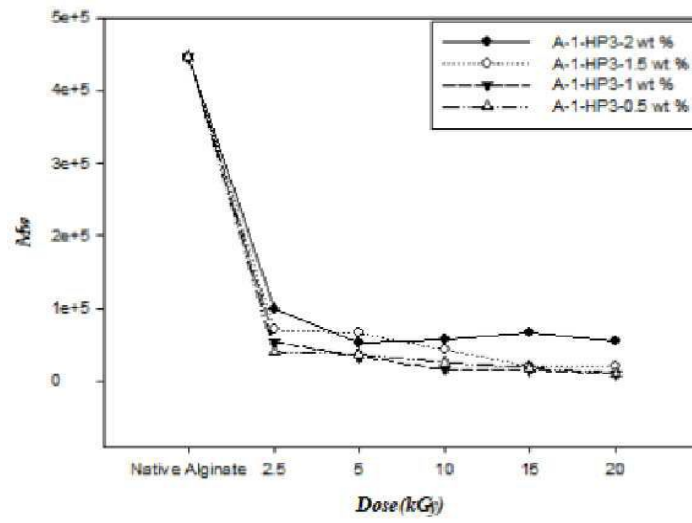
도면33



도면34



도면35



도면36

