

光交聯水膠之性質與應用

關鍵字：PEG、光交聯、水膠

作者：邱奕翔、許頌岡、鄭達郁

指導教授：朱一民 教授

指導助教：林修兆 學長、廖心好 學姊

壹、摘要

本研究利用 PEG 進行光交聯聚合成高分子。先於 PEG 的末端將原本的羥基改為胺基，並將其末端烯基化；然後利用紫外光(UV light)對此材料和光起始劑進行照射，藉此引發聚合反應形成光交聯水膠。我們於是操作 PEG 分子量或其溶液濃度、光起始劑濃度，及照光時間等變因，進行多種測試。

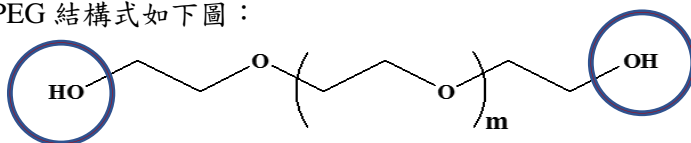
貳、名詞介紹

一、PEG

即聚乙二醇。其為一種具有生物相容性和水溶性的高分子。PEG 末端的基團容易經合成反應被修飾，因此廣泛的被運用於生醫材料的開發。

本研究使用的 PEG 分子量是 PEG 4000 和 PEG 10000。

PEG 結構式如下圖：



二、光起始劑

一種具光敏感性的化學物質。受 UV 光照射會分離出自由基。

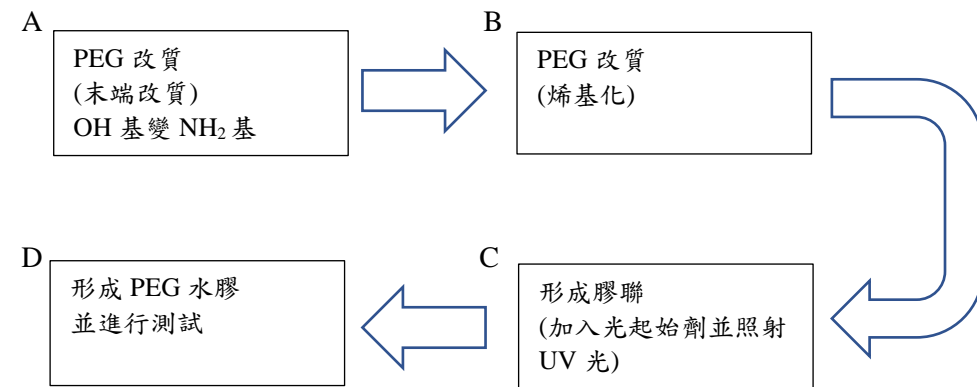
三、光交聯水膠

利用光起始劑受 UV 光照射後自由基游離的特性，將具有特殊末端官能基的水膠聚合，形成具有三維網狀結構的水膠。水膠被廣泛運用在生物工程的領域，如硬骨、軟骨以及肝組織等修復。

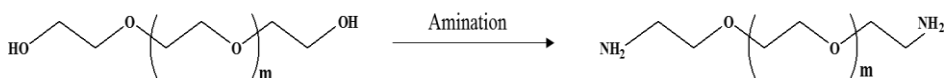
參、研究目的

希望藉由我們的研究，使 PEG 水膠在未來能有更廣泛的應用。

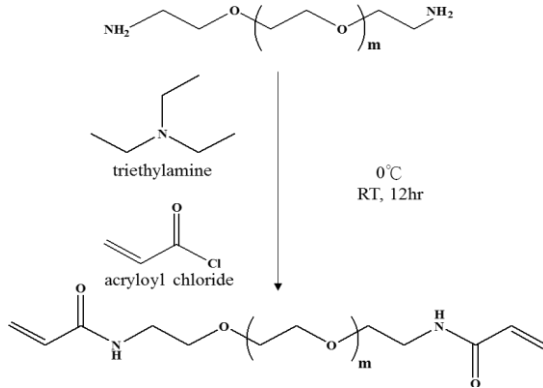
肆、研究過程及方法



A.



B.



C.

利用 UV 光的照射使 PEGDA 進行光交聯。

D.

進行各種測試如下所示。

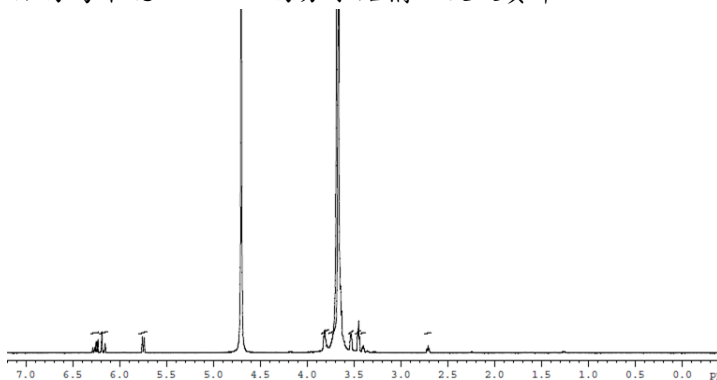
伍、性質檢測

- 一、核磁共振光譜(H-NMR)：確認分子結構
- 二、機械測試：測試水膠抗壓強度
- 三、全反射傅立葉轉換紅外線光譜儀(ATR-FTIR)：確認官能基
- 四、掃描式電子顯微鏡(SEM)：確認水膠的結構型態
- 五、Live / dead：觀察細胞相容性
- 六、MTT 試驗：觀察細胞相容性

陸、測試結果

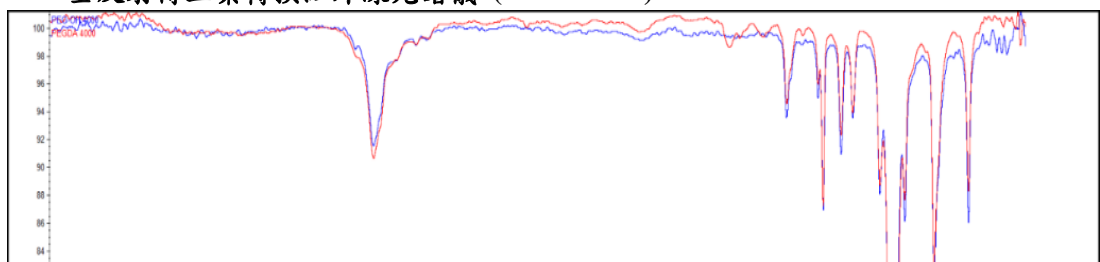
一、核磁共振光譜 (H-NMR)

目的為確認 PEGDA 的分子結構以及改質率。



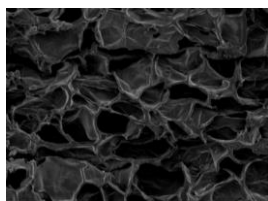
	改質率
PEG 4000	75%
PEG 10000	63%

二、全反射傅立葉轉換紅外線光譜儀 (ATR-FTIR)

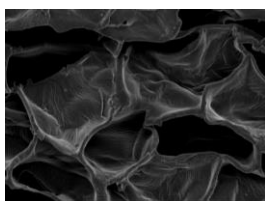


三、掃描式電子顯微鏡 (SEM)

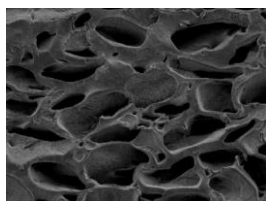
以光起始劑濃度和照光時間做為變因，藉掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察水膠的結構型態。
對照組



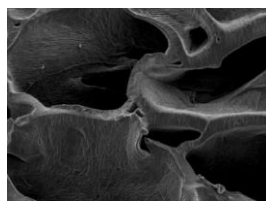
Mn=4000, 5wt%, 200x



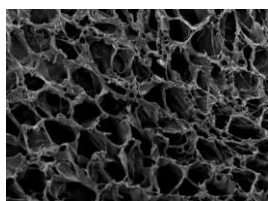
Mn=4000, 5wt%, 500x



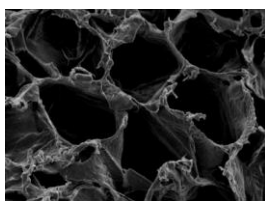
Mn=4000, 10wt%, 200x



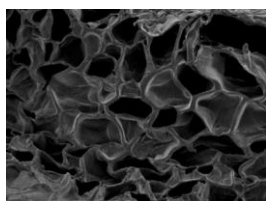
Mn=4000, 10wt%, 500x



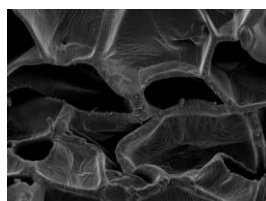
Mn=10000, 5wt%, 200x



Mn=10000, 5wt%, 500x

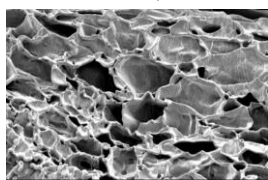


Mn=10000, 10wt%, 200x

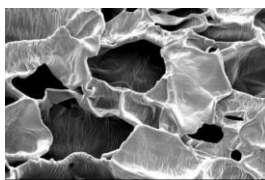


Mn=10000, 10wt%, 500x

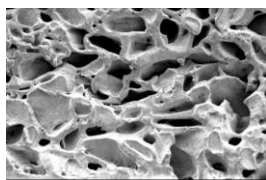
兩倍照光時間



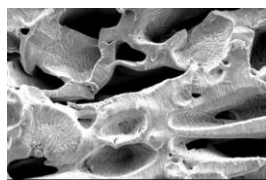
Mn=4000, 5wt%, 200x



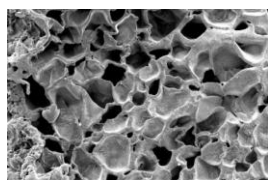
Mn=4000, 5wt%, 500x



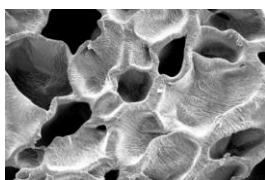
Mn=4000, 10wt%, 200x



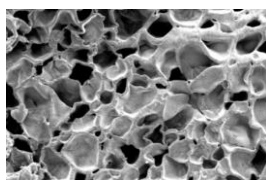
Mn=4000, 10wt%, 500x



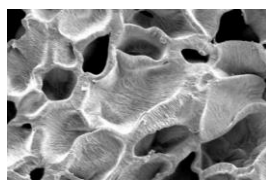
Mn=10000, 5wt%, 200x



Mn=10000, 5wt%, 500x

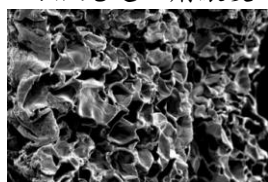


Mn=10000, 10wt%, 200x

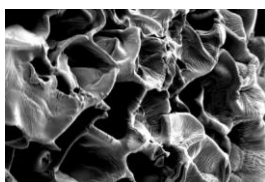


Mn=10000, 10wt%, 500x

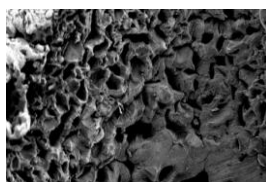
兩倍光起始劑濃度



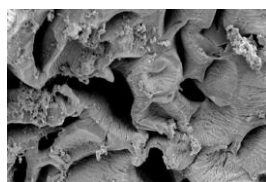
Mn=4000, 5wt%, 200x



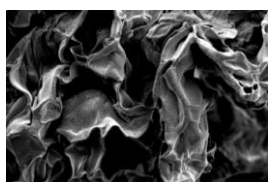
Mn=4000, 5wt%, 500x



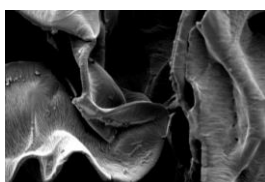
Mn=4000, 10wt%, 200x



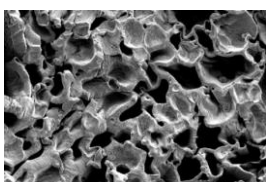
Mn=4000, 10wt%, 500x



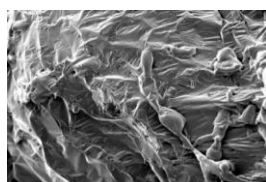
Mn=10000, 5wt%, 200x



Mn=10000, 5wt%, 500x



Mn=10000, 10wt%, 200x

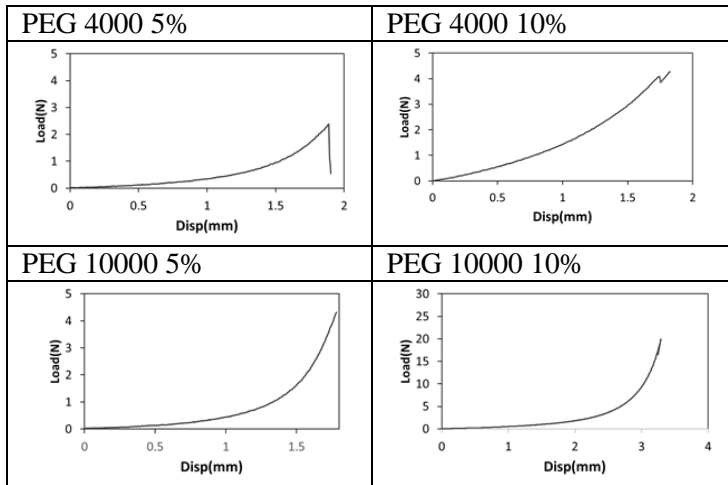


Mn=10000, 10wt%, 500x

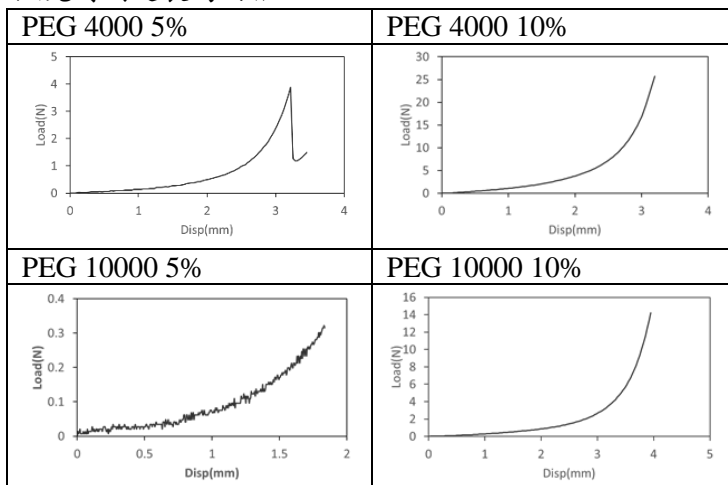
四、機械測試

本測試是要比較各水膠的抗壓能力。

對照組：



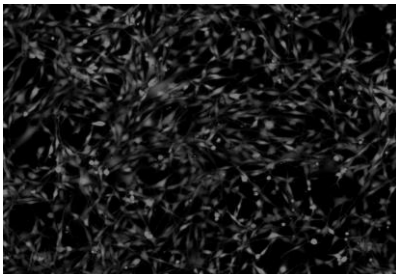
照光時間延長為兩倍：



五、Live/dead 測試

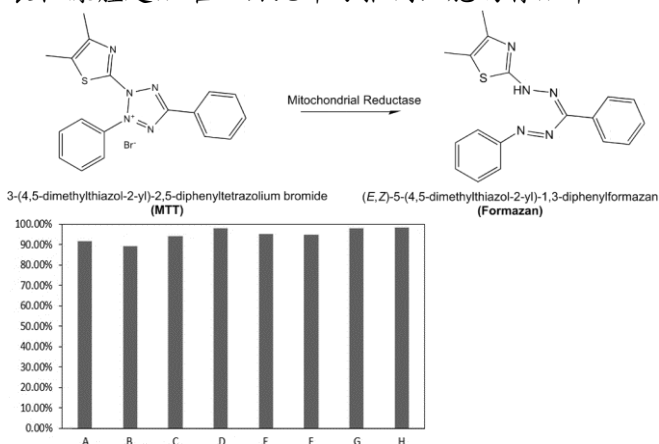
本測試主要欲測試水膠是否具有細胞毒性，因此以螢光顯微鏡觀察。本測試只是定性地對細胞分析，更精確的定量分析將在下一測試 MTT 中呈現。

紅色的細胞代表被染色的是細胞核，即代表細胞已死亡；反之，若細胞是綠色的則代表被染色的部分是細胞膜，表示細胞仍然存活。



六、MTT 試驗

MTT 是一種可以接受氫離子的染料，它與活細胞的粒線體作用後會產生紫色的甲臍結晶。將甲臍結晶分離後可對其做吸光度測試。吸光度越高代表甲臍生成量越多，也代表粒線體越活躍。由此即可推測細胞的存活率。



A	PEGDA4000-5wt%-1x	91.56%
B	PEGDA4000-10wt%-1x	89.26%
C	PEGDA10000-5wt%-1x	94.21%
D	PEGDA10000-10wt%-1x	98.07%
E	PEGDA4000-5wt%-2x	95.30%
F	PEGDA4000-10wt%-2x	94.93%
G	PEGDA10000-5wt%-2x	97.95%
H	PEGDA10000-10wt%-2x	98.43%

柒、未來展望

水膠在生物化學類之領域有很廣泛的應用。我們這次研究的方向都是對水膠進行各種測試，希望未來有機會在真的生物體上實驗。若此科技未來的發展順利，必能為人類謀求很大的福祉。

捌、參考資料

[1]論文: PA-PEG-PA 光交聯水膠之合成分析與應用

[2]Mosmann, Tim (December 1983). "Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays"

心得

當初跌跌撞撞地選擇了化工系。原本以為化工系跟化學系並無太大差異，但化工涉略的領域五花八門，將化學知識應用於各項科目。像我們的專題研究的水膠即是結合生物領域的應用。在這一年中，朱教授以及助教們都竭力指導我們，讓我受益匪淺。在實驗室裡學到的，不局限於死板的知識，還有解決問題的精神，勇於求知的熱情。

—鄭達郁

去年的夏天，我們選擇進入朱一民教授的實驗室進行專題研究。不只是因為對化工的熱情，也是對朱教授的研究領域有濃厚的興趣。經過將近一年的研究時間，我們都有很大的收穫。雖然過程中偶有困難，但持續突破、解決問題是我們最重要的精神。很高興能有今日得到的成果，希望之後仍有機會對這個領域有更深的認識。

—許碩岡

一年前，我對於化學系有許多疑問，充滿好奇。在經過了一年化學專題的研究，許多疑惑都有了解答。我想，這段時間帶給我的不只是知識上的增加，最大收穫其實是使我體會研究的過程，也就是對未知或好奇的事物，主動尋求解釋，以求進一步了解的過程。

—邱奕翔

教授與助教的勉勵

科學是現代文化最主要的元素，各位來清大的目的是更清楚了解科學研究在做些什麼。觀察與思考是科學研究的核心能力，動手操作正式訓練這兩項能力的最好方式。我期待並祝福奕翔、達郁與碩岡在核心能力以及科研興趣上得到啟發，在進一步探索人生的路上，力上加力。

—朱一民教授

因為每周四下午的實驗課，讓我們有個輕鬆又有趣的時光。畢竟相較你們的年紀，我已經是中年大叔的狀態，謝謝你們帶來的青春活力。

達郁很認真，常常和我們討論研究上的問題與細節，看得出你對於做研究熱忱與潛力；奕翔邏輯思考很清晰，之後如果往理工方向走應有不錯的表現；碩岡看起來是個點子王，未來要好好發揮你的靈感應用於自己有興趣的事物上。(btw，看的出來你們兩個人是好麻吉，但怎麼總是黏在一起呢~~~)

最重要的，就是一定要對我們 lab 最漂亮的博士生心妤說聲謝謝嘍，她對於你們的實驗準備幫忙許多；以及朱老師的指導。

高三最後一年要好好靜下心來念書，考上自己所期望也適合發展的大學科系。相信我，大學生涯將會是你人生中十分重要的一段，值得一輩子細細回味。

祝福你們未來學習之路一切平安順利！

—林修兆助教

