

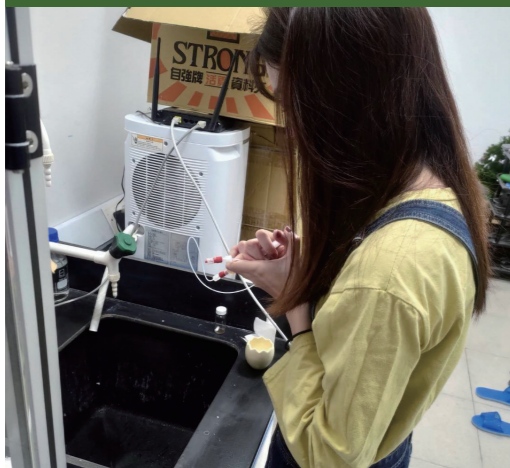
# 國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系「豆蔻年華」團隊 豆渣雙循環再利用產出高值化大豆精華面膜

指導老師 / 陳華偉 副教授 學生 / 張若玟、范媛淇、曾楷杰



文 / 姚淑儀

食物的命運就是一旦成為廢棄物，便注定無法重返人們的生活；然而，宜蘭大學三位化工系學生改變了這項公式，他們將廢棄的大豆渣做成面膜，不但可以讓人肌膚變美，丟棄後的面膜，透過微生物分解程序，降解為肥料，更使資源循環再利用。



## 從餐桌到化妝桌 豆渣的重生之路

愛美是人的天性，為了服務愛美的人們，臺灣每年生產 5 億片以上的面膜，總產值超過臺幣 50 億以上。不過，人變美了，我們所賴以生存的環境卻變醜了。使用後的面膜，成為大量難以被分解與回收的廢棄物，有的面膜甚至含有塑料微粒，不但危害海洋生態，更使人類自食惡果，誰能為大自然敷上一片重返美麗的面膜？

## 愛美與環保 絕非勢不兩立

學校附近豆漿店門口，每天放著一大袋準備丟棄的豆渣，如此簡單、日常的畫面，卻成為宜蘭大學化學工程與材料工程學系張若玟、范媛淇與曾楷杰的研究起點。「能不能把豆渣這一類廢棄物，做一些改變，賦予它們新的價值，進而減少食物資源的浪費？」一年多後，他們在副教授陳華偉指導下，果然研發出一款可以讓人肌膚變美，又不傷害環境的面膜，可於丟棄後透過微生物分解程序，降解為肥料，使資源循環再利用。

這不單是市面上絕無僅有、友善環境的面膜，更在研發過程中，完全符合綠色化學再生、物盡與低毒等理念，這項成果已經獲得「第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽」銀獎肯定。

副教授陳華偉認為，選材大豆渣主要的原因，是大豆渣仍保有大豆中高單位的蛋白質，並且含有具抗氧化性的大豆異黃酮，能有效提升敷材的抗氧化性與親水性，「親水性佳，可使敷材更容易吸收精華液；而良好的抗氧化能力，則具有減少皮膚產生自由基，進而延緩肌膚老化的功效。」

## 學習跳脫框架 才能突圍

這項研發可分為三大部分，首先，提取豆漿中抗氧化、類黃酮含量及總酚等成分，萃取製備「大豆萃取護膚精華液」；接著，將萃取後的豆渣纖維，再結合聚己內酯 (PCL)、絲素蛋白 (SF)、幾丁聚糖 (CS) 等，具有生物相容性和可生物降解的材料，並透過靜電紡織技術製成具親水性、高機械強度、高生物相容性的生物可降解親膚性循環敷材—「奈米大豆纖維」；最後，將精華液與敷材結合，成為具有可生物降解的親膚性面膜—大豆精華面膜產品。

「不過，實驗一開始就遭遇到了瓶頸。」陳副教授記得，由於靜電紡絲需耗時 7 小時，但豆渣在溶液中，容易因產生沉澱現象而堵住針頭，使實驗無法繼續進行；於是他們很快決定，將溶液配置成兩瓶，使電紡只需 3.5 小時即可完成，進而解決了問題，「雖然是一個小小的插曲，卻讓我們瞭解到彈性思考的重要，可以幫助我們在面臨瓶頸時，跳脫框架，迅速找到突破方法。」

團隊更進一步，將這份生物可降解親膚性循環敷材，進行 ISO 10993-12-5 細胞毒性測試，


結果發現細胞相容性高達 98.03%，相較於未添加豆渣的敷材，僅有 56% 的細胞存活率。

「由此證明，奈米大豆纖維可以使 L929 纖維母細胞在支架上生長及增殖，這項技術將可應用於組織工程領域中，幫助傷口癒合。」陳華偉表示，未來團隊將持續朝醫學美容及生物敷材領域探討，進行相關務實應用性的研究，使競賽成果，獲得更多延伸與發揮。

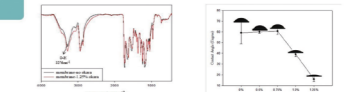
行政院環境保護署毒物及化學物質局  
第2屆大專校院綠色化學創意競賽

競賽主題:豆渣雙循環再利用產出高值化大豆精華面膜  
張若玟<sup>1</sup>、范媛淇<sup>1</sup>、曾楷杰<sup>1</sup>、陳華偉<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系學生  
<sup>2</sup>國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系副教授

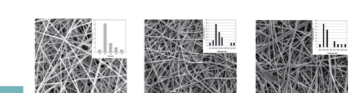
**摘要**



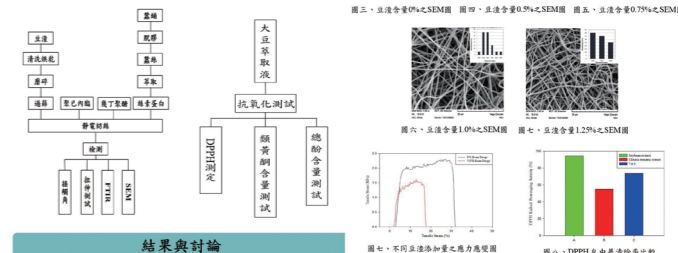
圖一、含有添加豆渣之 FTIR 光譜圖



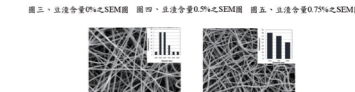
圖二、不同豆渣含量上之接觸角變化情形



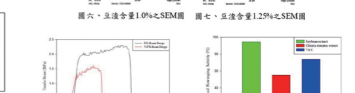
**研究方法與設計**



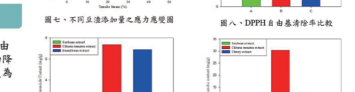
圖三、豆渣含量 0% SEM 圖




圖四、豆渣含量 0.75% SEM 圖



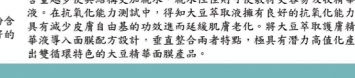
圖五、豆渣含量 1.25% SEM 圖




圖六、豆渣含量 1.0% SEM 圖



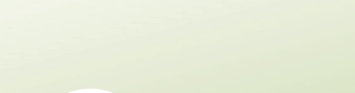
圖七、豆渣含量 1.25% SEM 圖



圖八、不同豆渣含量之應力應變圖



圖九、DPPH 自由基清除率比較



**結果與討論**

1. FTIR: 有添加豆渣時的 OH 基峰強度比沒添加時明顯，但由於我們添加的豆渣含量過小，因此較難判斷，豆渣和可生物降解的材料都是偏生物質，特徵基峰相似，導致判斷起來更為困難。
2. 接觸角: 當我們添加的豆渣含量越高時接觸角會越小，接觸角越小代表親水性越高，我們由 FTIR 圖可知有添加豆渣時 OH 基峰強度比沒添加時明顯，OH 基含量越高會使其親水性增加，親水性越高有利於在敷材上的應用。
3. SEM: 添加的豆渣含量越多會使靜電紡織機噴出的泰勒維越穩定導致其纖維直徑分布越集中，集中於 400 至 600 nm 間。
4. 應力-應變曲線: 添加豆渣後造成機械強度和延展性變差，因為豆渣跟電紡溶液是共混物，豆渣會去影響絲素蛋白在收集板上的附着程度，造成會者纖維在結構上添加豆渣而破壞纖維的完整性，因此造成機械強度和延展性皆下降。
5. 抗氧化能力測試: 由圖可知大豆萃取液 DPPH 清除率為 94.41%，具有相當高的自由基清除活性，顯黃酮含量及總酚含量分別分別為 0.3092 mg/g 和 0.9977 mg/g，總體來說，具有良好的抗氧化能力。

**結論**

由 SEM 圖發現豆渣含量越多其纖維直徑分布越集中，集中於 400 至 600 nm 之間。由應力應變圖可知添加豆渣會使機械強度和延展性皆下降，但仍高於皮膚所需的 10% 延展性。從接觸角發現，豆渣含量越多使接觸角增加，親水性佳則可使敷材更容容易吸收精華液。在抗氧化能力測試中，得知大豆萃取液擁有良好的抗氧化能力，具有減少皮膚自由基的功改進而延緩肌膚老化。將大豆萃取精華液導入面膜配方設計，並整合兩者特點，將大豆萃取精華液產出雙循環特色的大豆精華面膜產品。

