

## 2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱：紙要一點醣-幾丁聚醣薄膜對紙張強度之研究

### 一、摘要

本研究探討幾丁聚醣塗層對紙張的物理性質之研究，且物理性質測試時皆儘量採用國家標準(CNS)之測試方法與步驟。研究結果顯示幾丁聚醣塗層對衛生紙的分散度提昇、吸水高度及吸水速率下降，對印刷紙的吸水高度、吸水度及吸水率皆減少，對牛皮紙吸水高度減少、吸水度及吸水率上升，對衛生紙抗張強度縱向增加，伸長率橫向減少，抗張能量吸收減少，對印刷紙及牛皮紙抗張強度、伸長率及抗張能量吸收皆有所提昇，對紙吸管乾燥時之硬度及回復性部分有增加。

### 二、探究題目與動機

紙張被廣泛地運用在人們的日常生活中，但紙張很容易破損，所以人們開始利用塗層來增強紙張的物理性質。由於近年來大眾環保意識的提升，開發新的環保塗層成為一種趨勢。

幾丁聚醣 (Chitosan) 是自然界含量第二多的天然多醣，主要來源於甲殼類動物，如蝦、蟹的殼。它具有成膜性及可生物降解性，我們想到或許可以將其開發成一種新的環保塗層，因此我們想探討若將幾丁聚醣作為塗層對紙張物理性質及吸水性質的影響。

### 三、探究目的與假設

#### (一) 研究目的

1. 探討添加不同濃度水溶性幾丁聚醣對衛生紙吸水性質的影響。
2. 探討添加不同濃度水溶性幾丁聚醣對衛生紙可分散性的影響。
3. 探討添加不同濃度水溶性幾丁聚醣對衛生紙物理性質的影響。
4. 探討不同酸配製的幾丁聚醣塗層對印刷紙的吸水性質的影響。
5. 探討不同酸配製的幾丁聚醣塗層對印刷紙的物理性質的影響。
6. 探討不同酸配製的幾丁聚醣塗層對牛皮紙的吸水性質的影響。
7. 探討不同酸配製的幾丁聚醣塗層對牛皮紙的物理性質的影響。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### (一) 自製幾丁聚醣的製作過程如下:

1. 取 5g 的蝦殼粉放入 250mL 的燒杯中。
2. 取 50mL 的 2M 鹽酸加入燒杯，加入少許鹽酸若無氣泡產生即可抽氣過濾。
3. 取 10mL 的丙酮倒入燒杯脫色，再進行過濾。
4. 將 75°C、50mL 2.5M 的氫氧化鈉水溶液加入試樣，15 分鐘進行抽氣過濾。

5. 將 100°C 以上、100mL 9M 的氫氧化鈉水溶液，加熱 30 分鐘並攪拌，抽氣過濾前加入蒸餾水降低濃度。

6. 過濾完畢後，將試樣放入烘箱烘乾即得自製幾丁聚醣。

(二) 幾丁聚醣塗層附在紙上的製作方法如下:

1. 將市售及自製幾丁聚醣 5g 分別溶於 100mL 2W% 檸檬酸、醋酸水溶液中。

2. 將裁好的紙條泡入上述溶液後自然風乾。

(三) 水溶性幾丁聚醣塗層附在衛生紙的製作方法如下:

1. 將市售水溶性幾丁聚醣 2g、5g、10g 分別溶於 100mL 的蒸餾水。

2. 將配製好的溶液裝入噴瓶，均勻噴灑在裁好的衛生紙上後烘乾。

(四) 吸水高度測試方法如下:

1. 在試片下端 1cm 處劃一條橫線，並在下端夾一鉗子。

2. 將試片上端夾住，將試片橫線對齊尺上之 0 刻度，然後浸入水中並立即啟動計時器。

3. 計時至 10min 時，立刻讀取試片在水面之吸水高度(衛生紙取 1min 時吸水高度即可)

(五) 吸水度及相對吸水率測試方法如下:

1. 將試樣上端夾住後，沿著縱向垂直浸入水中。

2. 浸泡至 5min 時取出，懸掛 2min 後精秤。

(六) 吸水速率測試方法如下:

1. 以滴管滴一滴水，當水滴到紙面時開始計時，直到濕潤部分表面光澤消失停止計時。

(七) 分散度測試方法如下:

1. 以 300 mL 燒杯裝入 300mL、溫度 20°C 之蒸餾水，再置入圓盤型攪拌子，將其放在可顯示轉速之磁鐵攪拌器上，轉動速率調整為 600 rpm。

2. 將試片放入燒杯，按下計時器計時，轉速降至約 500rpm 後，在轉速回升至 540rpm 時停止碼錶。

(八) 抗張強度、抗張能量吸收及伸長率測試方法如下:

1. 設兩鉗頭跨距為 18cm，速率為 2cm/min。

2. 選定指示器使伸長率可讀至 0.05%。

3. 先以上鉗頭夾緊，再夾緊下端鉗頭後開始測試。

因為在國內要上市的产品，都必須經過經濟部標準檢驗局所制定的國家標準(CNS)測試，而關於紙張的測試有許多，經過我們的搜尋研究，並考量到校內所擁有的器材，篩選出上述紙張相關的測試項目。

## 五、結論與生活應用

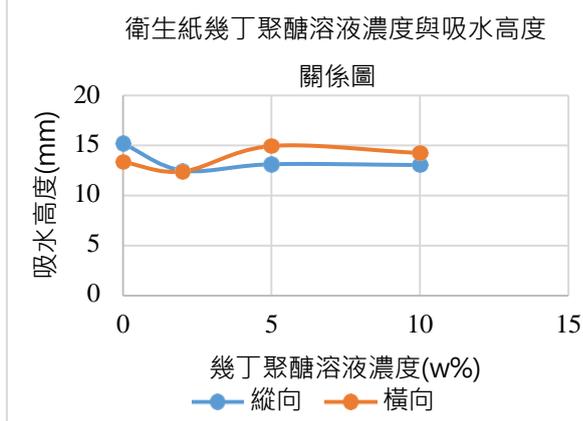


圖 1-1

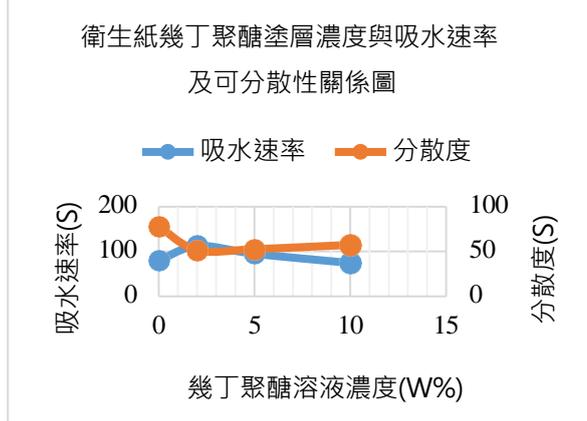


圖 1-2

由圖 1-1、1-2 看出塗有幾丁聚醣塗層之後，衛生紙的吸水高度及吸水速率會顯降，而在水中的可分散性會提昇。

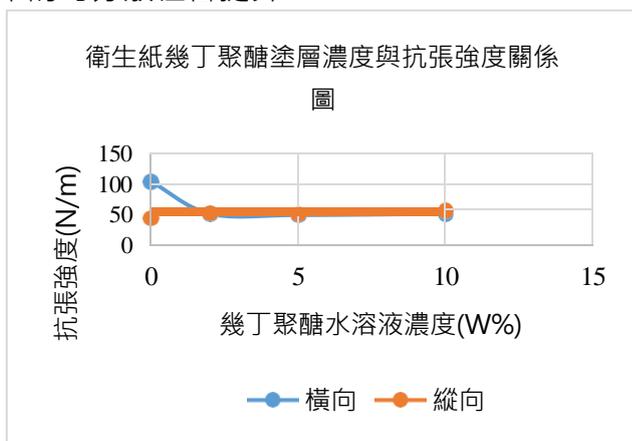


圖 1-3

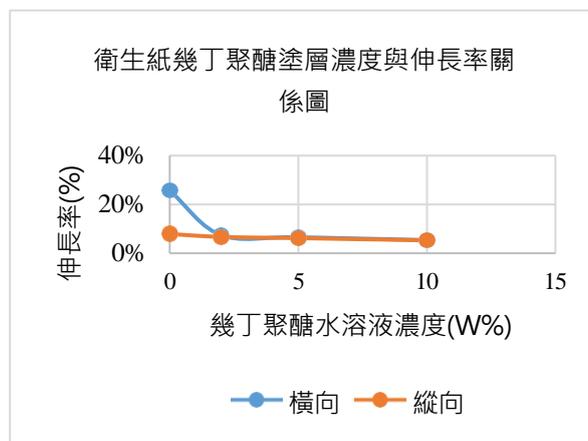


圖 1-4

由圖 1-3、1-4 看出塗有幾丁聚醣塗層之後，衛生紙的抗張強度縱向增加、橫向減弱，伸長率橫向減少、縱向變化不顯著。

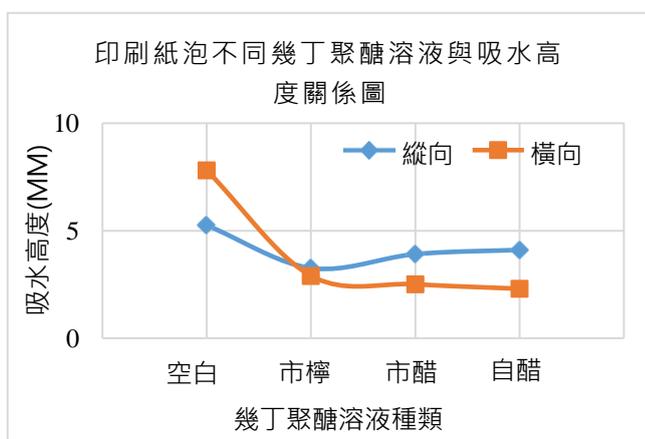


圖 2-1

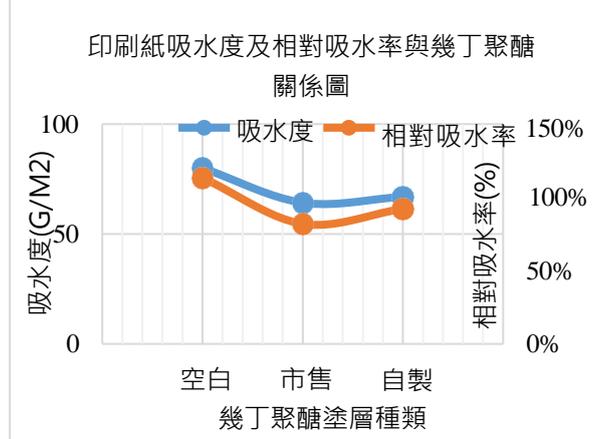


圖 2-2

由圖 2-1、2-2 看出塗有幾丁聚醣塗層之後，印刷紙吸水高度、吸水度及吸水率皆減少。

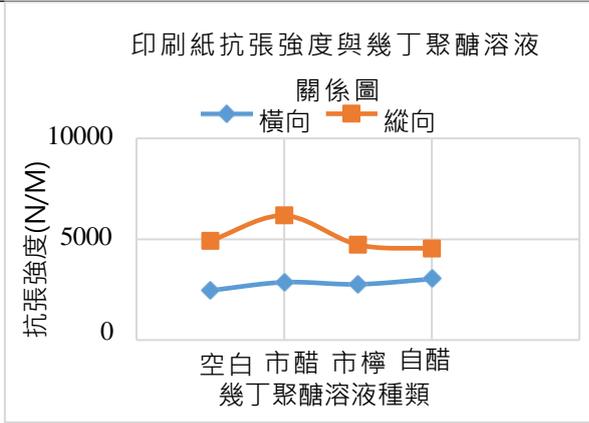


圖 2-3

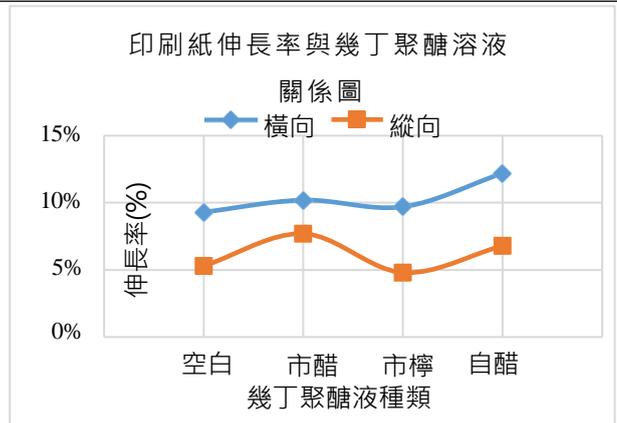


圖 2-4

由圖 2-3、2-4 看出塗有幾丁聚醣塗層之後，印刷紙抗張強度橫向增加、縱向部份情形增加，伸長率分提昇，抗張能量吸收橫向提昇，縱向部份情形提昇。

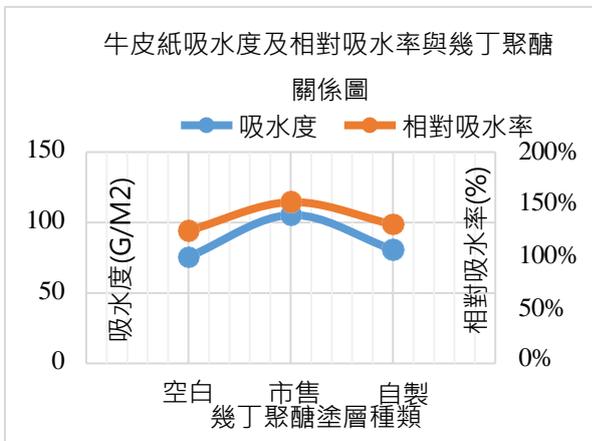


圖 3-1

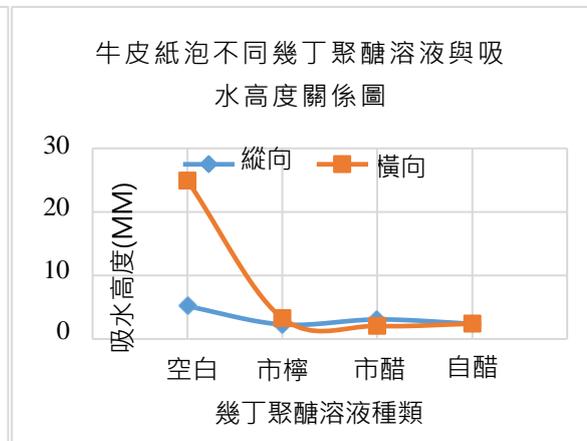


圖 3-2

由圖 3-1、3-2 看出塗有幾丁聚醣塗層之後，牛皮紙吸水高度下降，吸水度及吸水率上升。

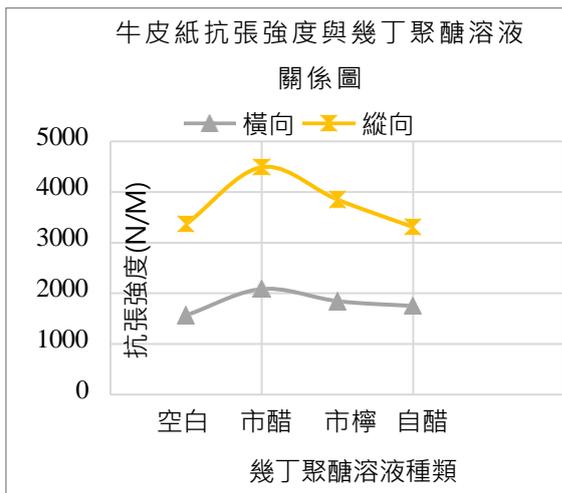


圖 3-3

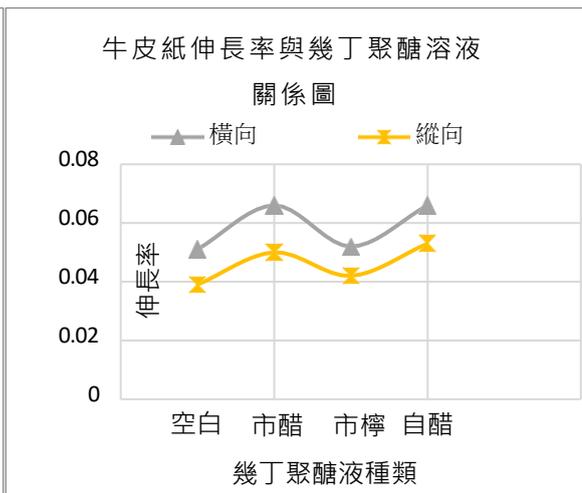


圖 3-4

由圖 3-3、3-4 看出塗有幾丁聚醣醋酸溶液塗層之後，牛皮紙抗張強度顯著增加，伸長度增加。

在經過我們的測試後，我們發現大部分塗有幾丁聚醣薄膜後的紙張可以降低其吸水高度、吸水度及吸水率，增加某些方向的抗張強度及伸長率，幾丁聚醣塗層做為環保塗層是未來一個很好的思路，並且因其擁有生物可降解性，對於自然環境並無太大的破壞。

## 參考資料

謝沛芯、呂僑忻、沈瑜瑤 (2023)。關於蝦殼轉生成塑膠這件事-蝦殼塑膠的妙用 112 年專題實作及創意競賽「創意組」

經濟部標準檢驗局 (2009) CNS 12607 P3010 紙及紙板抗張性質試驗法(恆速伸長法)

經濟部標準檢驗局 (2008) CNS 2645 P3109 紙及紙板吸水高度試驗法(毛細管吸水升高法或 Klemm 法)

經濟部標準檢驗局 (2009) CNS 13146 P3129 紙及紙板浸水吸水度試驗法

經濟部標準檢驗局 (1987)CNS CNS 12106 P3087 高吸水性紙吸水性試驗法 - 吸水速率法

經濟部標準檢驗局 (2021) CNS 1091P2002 衛生紙

經濟部標準檢驗局 (2005) CNS 1351 P3001 紙、紙板及紙漿 - 樣本之調製與試驗之標準狀態

英文部分：

Hurya Ali Said Al Hoqani , Noura Hamed Khalifa Al Shaqsi , Mohammed Amzad Hossin , Mohammed Abdullah Al Sibani .(2021). Structural characterization of polymeric chitosan and mineral from Omani shrimp shells .Water-Energy Nexus,4,199–207.

O.P. Gbenebor , S.O. Adeosun , G.I. Lawal , S. Jun , S.A. Olaleye .(2017). Acetylation, crystalline and morphological properties of structural polysaccharide from shrimp exoskeleton .Engineering Science and Technology, an International Journal, 20(3),1155–1165.

Shuzhen Ni, Na Liu, Yingjuan Fu, Huiyang Bian, Yongchao Zhang, Xiaoqian Chen, Hailong Gao, Hongqi Dai .(2021). Laccase-catalyzed chitosan-monophenol copolymer as a coating on paper enhances its hydrophobicity and strength. Progress in Organic Coatings, 151.

Mariane Gatto, Deise Ochi, Cristiana Maria Pedroso Yoshida,Classius Ferreira da Silva.(2019). Study of chitosan with different degrees of acetylation as cardboard paper coating. Carbohydrate Polymers, 210,56-63.

Urška Vrabič Brodnjak. (2017). Experimental investigation of novel curdlan/chitosan coatings on

packaging paper. *Progress in Organic Coatings*, 112, 86-92.

Weiwei Zhang, Huining Xiao, Liying Qian. (2014). Beeswax–chitosan emulsion coated paper with enhanced water vapor barrier efficiency. *Applied Surface Science*, 300, 80-85.

M.P. Harikrishnan, Angitha Thampi, A.M. Nandhu Lal, Aswin S. Warriar, M. Basil, Anjineyulu Kothakota. (2014). Effect of chitosan-based bio coating on mechanical, structural and physical characteristics of microfiber based paper packaging: An alternative to wood pulp/plastic packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253(5).

Jihuai Tan, Qinghao Zhu, Dandan Li, Nengkun Huang, Ziwen Wang, Zhulan Liu, Yunfeng Cao. (2023). Recyclable, UV-shielding, and biodegradable chitosan-based cardanol glycidyl ether as excellent water and oil resistance as well as gas barrier coating for paper. *International Journal of Biological, Macromolecules*, 227, 1305-1316 .

Qinghao Zhu, Jihuai Tan, Dandan Li, Tongtong Zhang, Zhulan Liu, Yunfeng Cao. (2023). Cross-linked chitosan/tannin extract as a biodegradable and repulpable coating for paper with excellent oil-resistance, gas barrier and UV-shielding. *Progress in Organic Coatings*, 176.

Hao Ling, Lei Wang, Qixuan Lin, Quanbo Huang, Xiaoqian Zhang, Junli Ren, Ning Li, Cheng Zhou, Zhiwei Lin, Jingpeng Zhou, Wenguang Wei, Xiaohui Wang. (2023). Antimicrobial cellulose paper tuned with chitosan fibers for high-flux oil/water separation. *Carbohydrate Polymers*, 312.

Juntima Chungsiriporn, Piyaporn Khunthongkaew, Yutthawee Wongnoipla, Arrisa Sopajarn, Seppo Karrila, Jutarut Iewkittayakorn. (2022). Fibrous packaging paper made of oil palm fiber with beeswax-chitosan solution to improve water resistance. *Industrial Crops and Products*, 117.

Natércia C.T. Martins, Sara Fateixa, Tito Trindade. (2023). Chitosan coated papers as sustainable platforms for the development of surface-enhanced Raman scattering hydrophobic substrates. *Journal of Molecular Liquids*, 375.