

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：稻底蝸逆什麼事——非洲大蝸牛黏液對稻米生長的影響

一、摘要

蝸牛黏液中含有尿囊素等具有抗氧化能力的物質。在動物方面，純化過的蝸牛黏液在護膚產品中發揮良好效果；在植物方面，含尿囊素的藥劑常用於固果及催熟。此實驗的目的在於—以非洲大蝸牛為實驗材料，探討其黏液的抗氧化能力及促進細胞生長的功效是否也能應用在植物組織上，讓稻米種子在高鹽逆境下提升萌發率和生長速率。我們利用電刺激法進行蝸牛黏液的採集，再使用抽氣過濾與針筒過濾進行黏液萃取，將黏液萃取物加入不同含鹽量的培養基中，計算種植三天後的稻米種子萌發率並且測量種植一周後稻米根、莖的長度以量化生長程度。經過三日培養，我們發現：在1700ppm鹽分逆境下、加入80 μ L及100 μ L的蝸牛黏液可顯著提升發芽率；根則在同樣鹽分逆境下、加入100 μ L的蝸牛黏液可些微提升其生長；而莖在相同鹽分逆境、加入100 μ L的蝸牛黏液可顯著提升其生長。綜合實驗結果，我們推測：蝸牛黏液可能是藉影響植物抗鹽害相關的生理反應，進而調節其萌發與幼苗生長的表現，且不同器官的作用機制可能不同。期望此項發現能應用於農業經濟發展，使非洲大蝸牛不再只是農田害蟲。

二、探究題目與動機

近年來，人們愈來愈重視個人保養與健康，市面上出現許多護膚產品標榜含蝸牛黏液，宣稱其具保濕、修復肌膚與抗老化等功能。蝸牛黏液富含黏多醣（如黏蛋白）、抗氧化物質與生長因子，可能對組織修復產生影響。其中，黏液中的抗氧化物質—尿囊素具有減少氧化壓力、促進組織修復的能力，常用於護膚與創傷修復產品。此外，在植物研究中發現尿囊素可能有助於促進生長與抗逆性。然而，雖尿囊素在動物細胞修復與增生方面已有研究支持，但其在植物細胞層級的機制尚不清楚，是否能同樣促進植物組織增生仍需進一步探討。因此，本研究將從「對水稻細胞增生的影響」與「黏液在水稻鹽逆境的助益」著手，驗證非洲大蝸牛（學名：*Lissachatina fulica*）黏液在組織修復中的潛在應用價值。

三、探究目的與假設

本研究旨在驗證非洲大蝸牛黏液是否具備促進稻米種子細胞分裂的能力，進而達到對抗逆境、組織修復的效果。

假設一：培養基中加入蝸牛黏液的稻米種子其三天以內之萌發率會高於未加入黏液之組別；且培養基中同時加入鹽分逆境及蝸牛黏液的組別其萌發率將高於只有加入鹽分之組別。

假設二：待稻米萌芽生長七日後，加入鹽分逆境的水稻其根莖將被抑制細胞生長，但加入蝸牛黏液可將逆境減緩至近乎恢復至無鹽的生長水準；而加入黏液的無逆境稻米也可以增加其根與莖的生長長度。

四、探究方法與驗證步驟

一、文獻探討

(一)蝸牛黏液基本功能

我們發現許多研究顯示蝸牛液和某些軟體動物分泌物對皮膚修復有顯著效果。Tribo-Boixareu等人(2009)研究發現, 蝸牛黏液(來自*Cryptomphalus aspersa*)可以顯著改善因輻射引起的皮膚老化。此外, Fabi等人(2013)也證實蝸牛液對老年女性臉部及眼周皮膚的鬆弛有改善作用。

(二)黏液中的尿囊素

根據吳建一、李國豪(2006)的發明說明書, 蝸牛黏液中含有尿囊素, 膠原蛋白, 彈力蛋白, 乙醇酸及維他命A, D, E。其中, 尿囊素為一種高價值的藥劑, 且可用於角質細胞及纖維母細胞的增殖。而醫藥資訊平台chemical book中的新聞專題提到, 尿囊素是一種植物生長調節劑, 可使小麥、水稻等作物增產, 具有固果、催熟等作用。由此推測, 在稻米等作物萌芽初期、加入尿囊素可助其萌發與生長。

(三)蝸牛採集方法

我們在吳建一、李國豪(2006)的發明說明書找到電刺激法, 此方法提供輕微物理性刺激, 且刺激時間短的一種促進蝸牛黏液分泌之方法; 以電壓10伏特刺激5~150秒、促進活體蝸牛黏液之分泌, 且電刺激後的15隻蝸牛存活率為100%。

(四)鹽害如何影響水稻生長

Rui Zhang 等人(2022)的研究中提到, 灌溉水的電導率大於 34.2 mM NaCl(2000ppm 鹽度)時, 水稻產量會降低。此外, 此鹽害的影響對稻米根莖長影響將比寬度來的顯著。Prabal Das(2016)等人在研究中發表幼苗芽長和根長受 NaCl 處理的影響。在根系中, 與 25 mM、50 mM 和 100 mM NaCl 處理相比, 根的長度分別減少 8%、33% 和 51%。綜合兩篇敘述, 由於 25 mM、50 mM 之濃度間距過大、100mM 又會造成風險增加的情況下, 我們以 2000ppm 作為最高鹽度標準, 25 mM 與 50 mM 間 1/4 級距之差距計算出 30mM 換算成 1700ppm, 作為對照其之鹽度。

二、研究設備與器材

(一)採集與過濾蝸牛黏液

電源供應器材、孔隙0.7與0.45微米之濾膜、孔隙0.22微米之針筒過濾器、抽器過濾器材、低溫離心機、血清瓶

(二)製作1/2Ms培養基與稻米播種

加熱攪拌器、鑷子、滅菌釜、75%酒精、培養皿、玻璃塗布棒、離心管垂直旋轉混合器、稻米、蔗糖、Ms、Agar、氫氧化鉀、RO水、Tween20表面活性劑、漂白水

(三)數據測量

透明膠帶、方格紙、直尺、手機、奇異筆、標示用膠帶

三、研究架構

非洲大蝸牛黏液對稻米生長的影響

實驗一：黏液對鹽分逆境抵抗的影響

實驗二：黏液對細胞分裂速度的影響

研究黏液是否增加稻米種子
陷入逆境後之萌發率

研究有無加入黏液之稻米
一週後的根莖生長情形

沒有加鹽

鹽度 1700ppm

鹽度 2000ppm

無蝸牛黏液

加入 60 微升黏液

加入 80 微升黏液

加入 100 微升黏液

無蝸牛黏液

加入 60 微升黏液

加入 80 微升黏液

加入 100 微升黏液

無蝸牛黏液

加入 60 微升黏液

加入 80 微升黏液

加入 100 微升黏液

圖(一) 研究架構圖

四、研究方法

(一) 蝸牛黏液採集

1. 使用大小較一致的非洲大蝸牛，並使其體表保持乾燥。
2. 將電源供應器調至10伏特，正負極分別接上電線與迴紋針作為電極。
3. 使用包上絕緣膠帶的夾子輕微夾住蝸牛身體兩側，使其不易蜷縮回殼中。
4. 將迴紋針分別輕碰至蝸牛腹足兩側，維持一分鐘，待其分泌黏液。
5. 上述步驟(1~5.)重複約15次，共進行5回，冷凍保存。

(二) 蝸牛黏液過濾

1. 將蝸牛黏液以離心轉速9000rpm離心35分鐘。
2. 抽出上清液使用抽器過濾法使其分別通過孔隙為0.7微米與0.45微米之濾膜。
3. 使用孔隙0.22微米之針筒過濾器將黏液過濾成無菌狀態裝於血清瓶冷凍保存。

(三) 1/2Ms培養基製作

1. 容器加入約600mL的RO水與磁石，置於加熱板上開啟攪拌功能，依序加入蔗糖30克、Ms 2.15克加入RO水至1公升。
2. 重複上述(1~2.)步驟三次後，分別在第二及第三組Ms溶液中加入1700毫克與2000毫克的氯化鈉，使其形成三組鹽度為0、1700ppm、2000ppm的溶液。
3. 分別在各組內加入4克Agar、KOH，調整溶液的pH值至5.8。
4. 待其攪拌均勻至無沉澱後包上鋁箔紙放入滅菌釜滅菌與冷卻約一個半小時。
5. 將滅菌完成的溶液放入無菌操作台操作。

6. 準備96個培養皿，依各鹽度分別製作32盤、約20mL的培養基，並待其冷卻。
7. 在培養皿底部寫上組別(例如NaCl 0 100 μ L 即代表鹽度為 0，蝸牛黏液則是加入100微升.....以此類推)，每組八重複。
8. 依上表吸取對應黏液量，放入培養基並用玻璃塗布棒塗抹均勻於培養基表面。

*註：組別標示方式：黏液塗抹量(μ L)_培養基鹽分濃度(ppm)，例：0_0為無塗抹黏液且無加鹽、100_1700為黏液塗抹量100 μ L_培養基鹽分濃度1700ppm

(四)稻米種植

1. 台農67號稻米種子剝去種皮，挑選胚芽處健康者適量(至少需960顆)。
2. 兩個離心管內分別加入TWEEN20表面活性劑一滴，蒸餾水30mL，漂白水10mL。
3. 把稻米分成兩堆，加入離心管後使用垂直旋轉混合器搖晃消毒30分鐘。
4. 在無菌操作台中將種子插入培養基中，每盤插入10 顆且每顆方向一致。
5. 放入溫度28 $^{\circ}$ C培養箱，將光週期調至一天照光16小時。

(五)培養與觀察

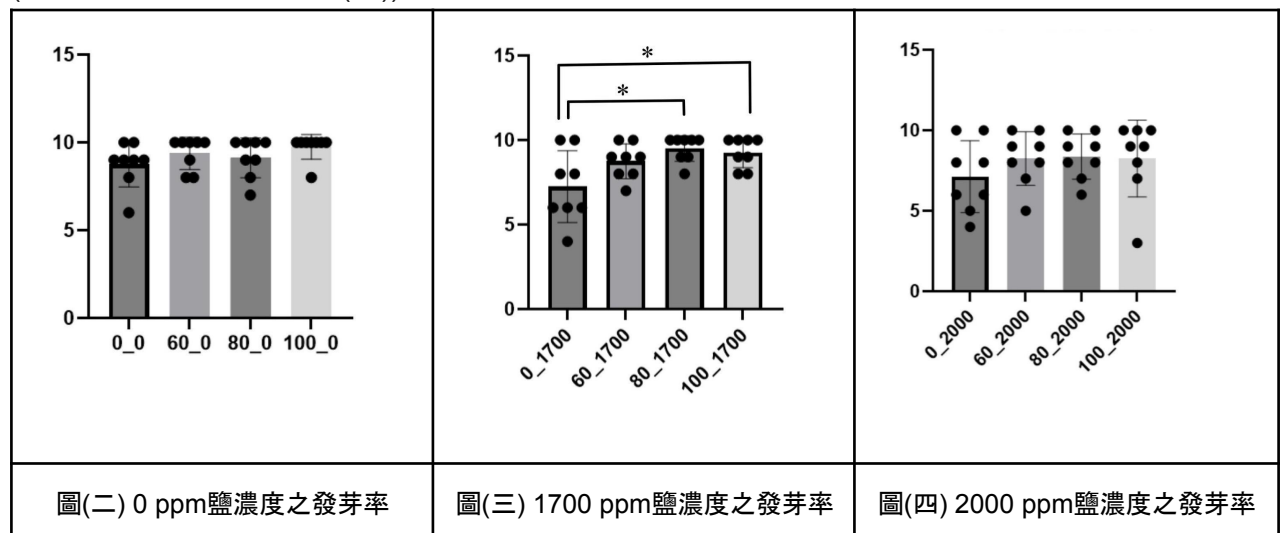
1. 三天後，使用手機觀察與紀錄培養基中的萌發率。
2. 七天後，將發芽的稻米洗淨，並拉直固定在方格紙上，記錄其根與莖的長度。

五、實驗結果

(一)探討不同黏液塗抹量對稻米種子種植三天的發芽率

以黏液量互相作為對照組，觀察對三種鹽度逆境的對抗作用。從圖(三)得知，加入80、100 μ L的組別與對抗濃度1700ppm的鹽逆境具有正向影響。(P值分別為0.0135及0.0275)

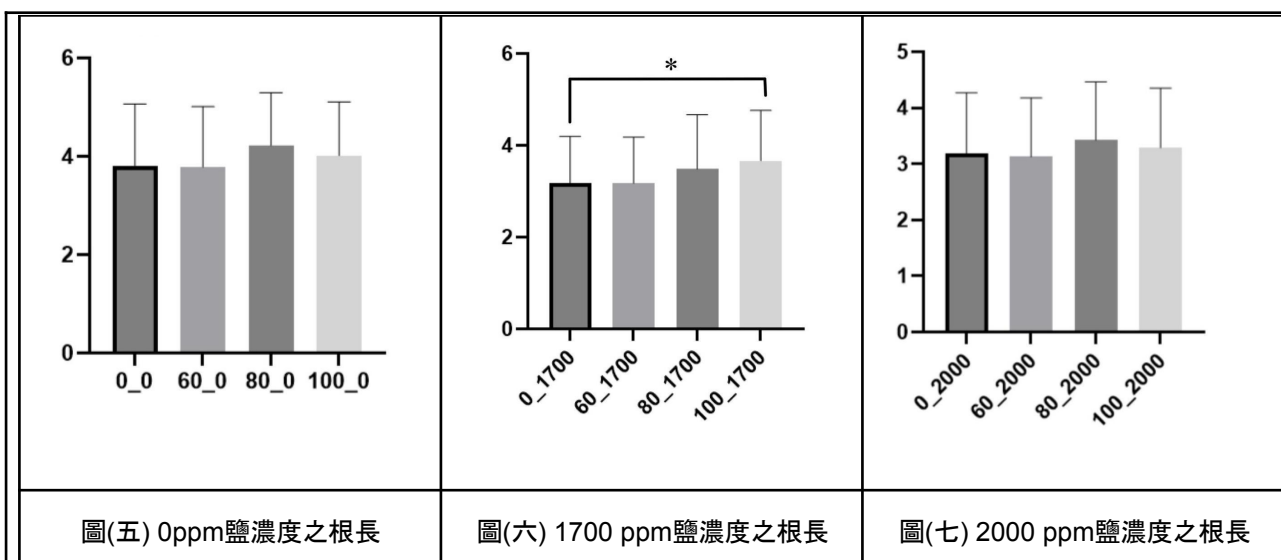
(橫軸：組別、縱軸：發芽數(顆))



(二)探討不同黏液塗抹量對稻米種植七天的根長與莖長

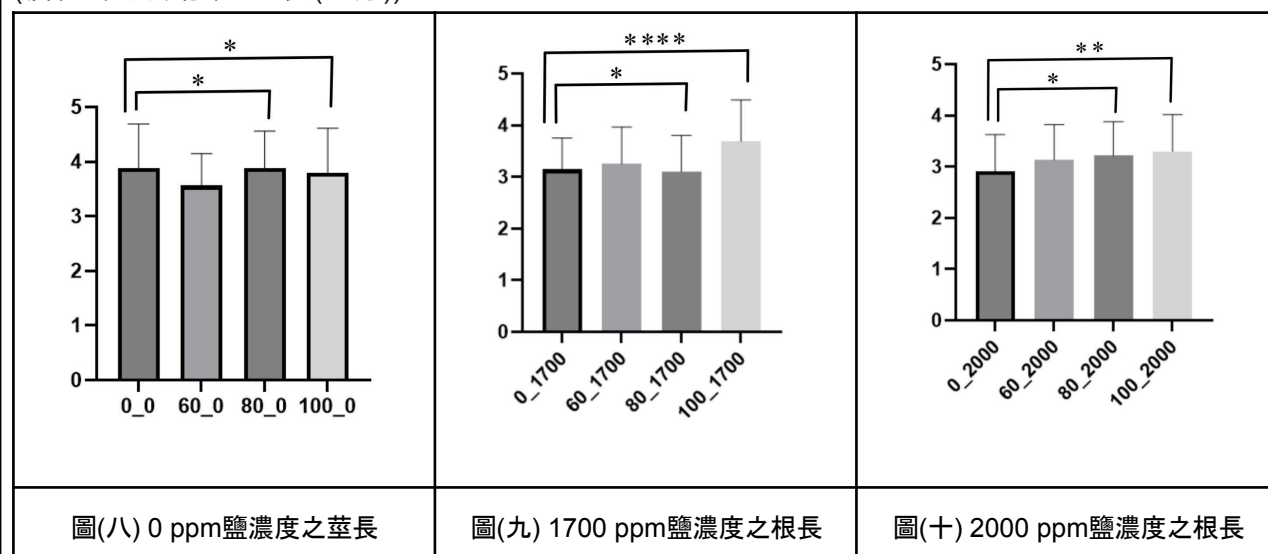
1.以沒有添加蝸牛黏液為對照組，觀察對三種鹽度的根長變化。從圖(六)得知，在1700ppm鹽份逆境加入100 μ L蝸牛黏液的根長明顯比對照組長(P值為0.0112)

(橫軸：組別、縱軸：根長(公分))



2.以沒有添加蝸牛黏液為對照組，觀察對三種鹽度的莖長變化。從圖(八)、(九)、(十)得知，加入80、100 μ L黏液的組別與促進任何鹽度的莖生長具有正向影響。而圖(八)中，在鹽度1700ppm逆境下，加入100 μ L黏液具有極為顯著之促進生長效果。80 μ L與100 μ L的P值分別為：圖(八)0.0135及0.0275、圖(九) 0.0135及<0.0001、圖(十) 0.0102及0.0023

(橫軸：組別、縱軸：莖長(公分))



五、結論與生活應用

一、結論

我們認為蝸牛黏液對水稻早期生長具有正向影響，以下列點說明。

(一)蝸牛黏液的作用於鹽分逆境時較有效：據實驗結果圖表，比較無鹽與有鹽、不同濃度黏液的稻米生長狀況，在無鹽環境下有無添加黏液的發芽率、根長、莖長較無差異；而有鹽環境下有無添加黏液明顯的差距—添加黏液能有效提升發芽率及增加根莖長度，並推測黏液對於稻米早期生長的影響可能作用於逆境調適相關的生理機制。

(二)蝸牛黏液在1700ppm鹽分逆境效果最佳：據實驗結果圖表，比較1700ppm鹽分逆境和無鹽環

境、2000ppm鹽分逆境在有無添加黏液下稻米的生長情況，顯示若在1700ppm鹽分逆境下加入80μL以上的黏液，對發芽率及根長、莖長皆有最大正相關影響，並推測黏液促進植物在高鹽逆境的調適具有上限值，當環境鹽份超過一定濃度後，即使有黏液的存在，可能仍無法有效降低鹽份負面影響。

(三)蝸牛黏液對莖的生長增益較根全面：據實驗結果圖表，比較在各培養基配置下根與莖的生長狀況，顯示根僅在1700ppm鹽份逆境下加入100μL有顯著效果，但是莖不論環境的鹽度濃度，只要添加80μL以上的黏液皆具顯著效果，因此可說其對莖長具有良好的生長助益，並推測根與莖在面對高鹽逆境的時候，具不同反應機制，而黏液對莖的調節作用較為全面。

二、此實驗生活上的應用

(一)蝸牛黏液對植物組織生長有明顯效果，可應用在農業方面、成為新經濟價值。

(二)根據蝸牛黏液對植物組織生長的促進，未來可嘗試配置成合適的生長藥品，取代化學農藥等人工製品，維護自然生態。

參考資料

一、國家地理雜誌官方網站,Olivia Ferrari.(Jan. 15 2024).蝸牛黏液風靡護膚界——但它真的有效嗎？上網日期：2025/3/9

二、吳建一、李國豪(2006)。促進蝸牛黏液分泌之方法及其萃取方法

三、Anna Leśków, Małgorzata Tarnowska, Izabela Szczuka, & Dorota Diakowska. (2021). The effect of biologically active compounds in the mucus of slugs *Limax maximus* and *Arion rufus* on human skin cells. *Springer Nature*.

四、王啟正、林學詩(2003)。水稻成熟種子癒傷組織誘導與再生植株之研究。花蓮區研究彙報第 21 輯。

五、陳裕鏞(2017)。以分子細胞篩藥系統篩選具美白、抗氧化與抗發炎功效之蝸牛液可能有效成分。未出版的專題研究計畫 聖母醫護管理專科學校

六、Prabal Das, Paulin Seal, Asok K. Biswas.(2016). *American Journal of Plant Sciences*, Vol.07 No.03.doi:10.4236/ajps.2016.73055

七、Rui Zhang, Yang Wang, Shahid Hussain, Shuo Yang, Rongkai Li, Shuli Liu, Yinglong Chen, Huanhe Wei, Qigen Dai, Hongyan Hou.(2022) Study on the Effect of Salt Stress on Yield and Grain Quality Among Different Rice Varieties. *Frontiers Media*