

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082915

抗氧化英雄～我的紅麴 No1！自製紅麴的抗氧化力及抑菌力之研究與應用

學校名稱：臺北市私立復興實驗高級中學(附設國小)

作者：	指導老師：
小六 黃欣安	范暄昊
小六 陳愷妍	王俊貴
小六 李易玲	
小六 胡筠婕	
小五 謝總羽	
小五 劉晉睿	

關鍵詞：麴菌發酵、抗氧化能力、紅麴化妝品

摘要

本研究以「紅麴發酵」為主題，旨在利用紅麴製作天然抗氧化與抑菌產品，展示綠色環保理念。通過多個實驗，系統地驗證了不同稻米、不同水量、不同溫度對紅麴抗氧化和抑菌效果的影響。研究採用碘滴定法檢視紅麴發酵過程中抗氧化效果的變化，並與市售紅麴保健食品進行分子生物學和細菌學對比測試。

研究結果顯示：1.圓糯米 100g 經蒸煮冷卻後，加入含 11g 的紅麴米水 100g、0.05g 白麴粉和 200g 水攪拌後，在 35°C 發酵 7 天可製得最佳紅麴，其抗氧化與抑菌力均優於市售產品；2.委外進行毒物檢測，確認無有毒物質。3.順利製作成保濕化妝水和果凍面膜等美容化妝品，這種創新性的環保技術展示了紅麴在健康食品和美容產品中的廣泛應用潛力，突顯了實用性和可持續發展優勢。

壹、前言

一、研究動機

有一次到客家餐廳吃客家菜，有一道香噴噴又帶一點酒香的紅排骨，長輩說這是「紅麴排骨」，是在醃肉的時候添加紅麴增加顏色跟風味，接著還有長輩說：「紅麴是養生的發酵物食品，可以降三高和改善心血管疾病」。我們心裡想：真的可以降三高嗎？那麼神奇！

紅麴是紅麴菌加在米類的發酵作用，和自然科學課程提及「溫度會影響發酵」，其中納豆、米酒、醬油與麴菌發酵有關，於是我們主動查詢資料，得知紅麴具有抗氧化與降低心血管疾病的醫療效果，也發現市面上有許多紅麴系列的保健食品與其它美味的食品，實在是琳瑯滿目，究竟是哪一種發酵方式所製成的紅麴具有最佳抗氧化效果？是我們想要探究的主題。

另外，酒粕的麴菌代謝出來的麴酸，紅麴也會有嗎？會不會也有同樣的美容效果？因此我們就以「紅麴」作為這次的研究主題，希望能夠探究出最佳且可食用的健康食品——「厲害紅麴」，並且能夠自製簡易的化妝品，保養皮膚。

二、研究目的

(一) 找出最佳製造紅麴方法

1. 探究不同稻米類型對紅麴抗氧化效果的影響
2. 評估不同紅麴米添加量對紅麴抗氧化效果的影響
3. 不同添加物對紅麴發酵過程和品質的影響
4. 實驗不同水量對紅麴發酵效果的影響
5. 不同溫度對紅麴發酵效果的系統評估

(二) 研究應用

1. 比較自製紅麴與市售紅麴的抗氧化能力與抑菌力
2. 評估自製紅麴保濕化妝水的保濕和皮膚適應性
3. 測試自製紅麴果凍面膜的保濕效果與皮膚適應性

三、文獻回顧

(一)、紅麴的歷史與應用

紅麴（英文 red yeast rice），又名紅麴米、赤麴等，是以蒸熟米飯接種紅麴菌，發酵而成的一種紅色米麴，是東方的傳統食品，使用歷史達千年以上，在歐美稱為「中國紅米」（red Chinese rice）。紅麴菌屬（*Monascus*）之研究是在 1884 年由法國學者 van Tieghem 為分離在馬鈴薯培養基上所發現之 2 種真菌所建立。紅麴菌可廣泛存在於穀類、澱粉、新鮮牧草、泥土、魚乾、河川表面沉澱物及松樹根組織中。

紅麴菌的分類學為真菌界(Fungi)→子囊菌門(Ascomycota)
→子囊菌綱(Ascomycetes)→散囊菌目(Eurotiales)→紅麴菌科
(Monascaceae)→紅麴菌屬(*Monascus*)，紅麴菌的特徵有二：

1. 菌絲無色、褐色或紅色。
2. 菌絲在末端會產生一個大型的有性厚壁子囊(右圖)。



※圖片網址出處：潘子明。紅麴菌基因解碼. 養生保健, 10, 30。

紅麴菌種類的傳統分類是根據菌落形態、顯微構造、發酵特性與色素產生等特徵來區別。紅麴菌又稱紅麴黴菌（*Monascus purpureus*），適合生長於 25°C~40°C，

35°C~37°C時生長最快速，35°C~40°C則產生的紅色素最多。紅麴菌在 15°C~20°C及 45°C~50°C會抑制性生長，在 15°C以下及 50°C以上則不會生長。紅麴菌用途極廣，是紅燒肉、其他紅色食品的主要食用色素來源。

文獻提到，生產優良的紅麴，須選擇米與優良的菌種，在適當的培養溫度，發酵時間在 7 天左右即可發酵成紅麴菌。米粒經紅麴菌發酵成紅麴後，分解出來的脂肪酸、胺基酸、糖類的含量會增加，澱粉含量降低，並且產生許多紅麴菌的代謝產物，如各種色素、降膽固醇物質，及其他生理活性物質。這些代謝物產量的多寡，會隨菌種的不同與培養條件的差異而有所不同。(潘子明，2009)

(二) 歷屆關於紅麴的研究

1979 年日本遠藤教授自紅麴菌培養液中分離出全世界最佳膽固醇合成抑制劑 Monacolin K，引起重視。1985 年美國 Goldstein 及 Brown 教授實驗找出 Monacolin 抑制膽固醇合成的作用機轉，獲得諾貝爾獎。紅麴自此聲名大開，廣被開發成國際性的健康食品。紅麴具有美味、調色、抑制膽固醇合成及降血壓等多重保健功能，添加於豬、魚、雞、鴨、鵝等多種肉類，台灣菸酒公賣局利用紅麴開發出紅露酒。

但紅麴亦發現可能產生「桔霉素」(Citrinin) 毒素。Citrinin 是一種典型的黴菌毒素，是一種腎肝毒素。因此在紅麴生產的研究，如何減少米麴中的 citrinin 含量是個重要的課題。※資料來源：數位典藏-菌類學，紅麴菌

Aniya (2000)研究確認紅麴中的 dimerumic acid 成份具有清除 DPPH、自由基及抑制脂質過氧化的能力，所以具有很好的抗氧化作用。研究顯示，服用紅麴產品 4、8 週後會顯著增加血清中總抗氧化能力 (TEAC)與降低血清之脂質過氧化值。

※資料來源：潘子明 (2009)。紅麴在傳統食品及保養品上的應用

(三) 發酵作用

發酵作用，食品界稱為醱酵，廣意定義為：有機物質發生化學分解的代謝過程或是生物體對於有機物質的某種分解過程。狹義定義為：生物體內在無氧條件下，藉由酶催化一系列氧化還原反應，分解碳水化合物產生醱類、二氧化碳、少量能量的代謝過程。發酵使用在食品工業中，是指運用生物體，包括微生物，(如：酵

母菌、麴菌、紅麴菌)使有機物質分解的生物化學反應過程，發酵技術用於製酒、酒釀、豆類發酵食品。同時，發酵也應用於化學工業與美容用途。

※資料來源：維基百科，發酵

(四) 氧化與抗氧化作用

氧化是一種使電子自物質轉移至氧化劑的化學反應，過程中可生成自由基，細胞便會受到破壞或凋亡。抗氧化劑則能去除自由基，終止連鎖反應並且抑制其他氧化反應，同時其本身被氧化，例如：硫醇、抗壞血酸、多酚類。

人類的呼吸作用可能產生很多自由基，自由基不正常地累積時，就會導致疾病，為了維持體內自由基的平衡，人體中有一套抗氧化系統幫助我們清除多餘的自由基，也可使用抗氧化劑維持體內健康。市面上，抗氧化劑被廣泛應用在保健食品中，例如：某些藻類、藍菌、真菌含有的抗氧化成分，能抵消高輻照強度對於細胞造成的氧化損傷。※資料來源：維基百科，抗氧化劑。

(五) 檢驗抗氧化作用

最常見的抗氧化能力檢定方式為碘滴定，碘滴定的實驗分為「直接碘滴定法」與「間接碘滴定法」。其中，直接碘滴定法為：利用碘分子與抗氧化劑反應，被還原成碘離子的特性，測試抗氧化劑的效果。碘分子與抗氧化劑反應，會被還原成碘離子，此時是無色的。而當抗氧化劑已反應完全，過量的碘分子無法再還原成碘離子時，就會是碘分子與澱粉指示劑反應下所呈現的藍色；而間接碘滴定法則是先將澱粉水溶液加入碘液，讓碘分子(藍色)出現在溶液中，再加入抗氧化劑，讓碘分子還原成碘離子。原理如下方所示：(資料來源：維基百科，碘量法)

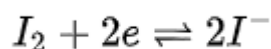


圖1-5-1 碘滴定原理 (資料來源：維基百科，碘量法)

本研究將使用「直接碘滴定法」，並添加澱粉指示劑來進行抗氧化測試。

(六) 歷屆紅麴相關科展研究

經過資料搜尋有關於紅麴的科展研究，研讀與分析後並彙整歸納研究內容，整理如下表所示：

表1-6-1 歷屆全科展作品

代號	屆	組、科	研究摘要
A	46	國小組	<p>採用 STS 「學習是為了解決生活問題」的理念，三步驟為「歸納法」、「演繹法」以及「創新」。</p> <p>歸納：1. 紅麴數量愈多與紅麴攪拌越均勻發酵越快 2. 米量越多甜度越高 3. 水量越多越快發臭 4. 米酒量太少，發酵速度減慢</p> <p>演繹：45°C 的廚房，發酵速度反而更快，而且沒有腐敗。</p> <p>創新：研發出糟癩冰棒與鬆餅。</p>
B	56	高中組 農業與 食品學科	<p>1. 探討紅糟抗氧化、美白、保濕的有效性分析</p> <p>2. 紅麴及美白產品中的麴酸效果佳，可與數種知名市售商品有相近的功效。</p> <p>3. 總生菌檢測發現紅糟能抗菌，可作為天然防腐劑</p> <p>結論：紅糟低成本、環保、功效佳，可開發成天然保養品。</p>
C	60	國小組 化學科	<p>1.以圓、長、紅、黑糯米萃取紅麴色素製成天然指甲油。</p> <p>2.紅糯米經 55 天發酵，以乙醇濃度 85%色素萃取率最高。</p> <p>3.弱酸性時，紅麴色素萃取率不受 pH 值影響，不易生橘黴素。</p> <p>4.歸納出自製指甲油最佳條件。</p> <p>5. 自製紅麴指甲油成本低 5.95(元/ mL)天然無臭又安全。</p>

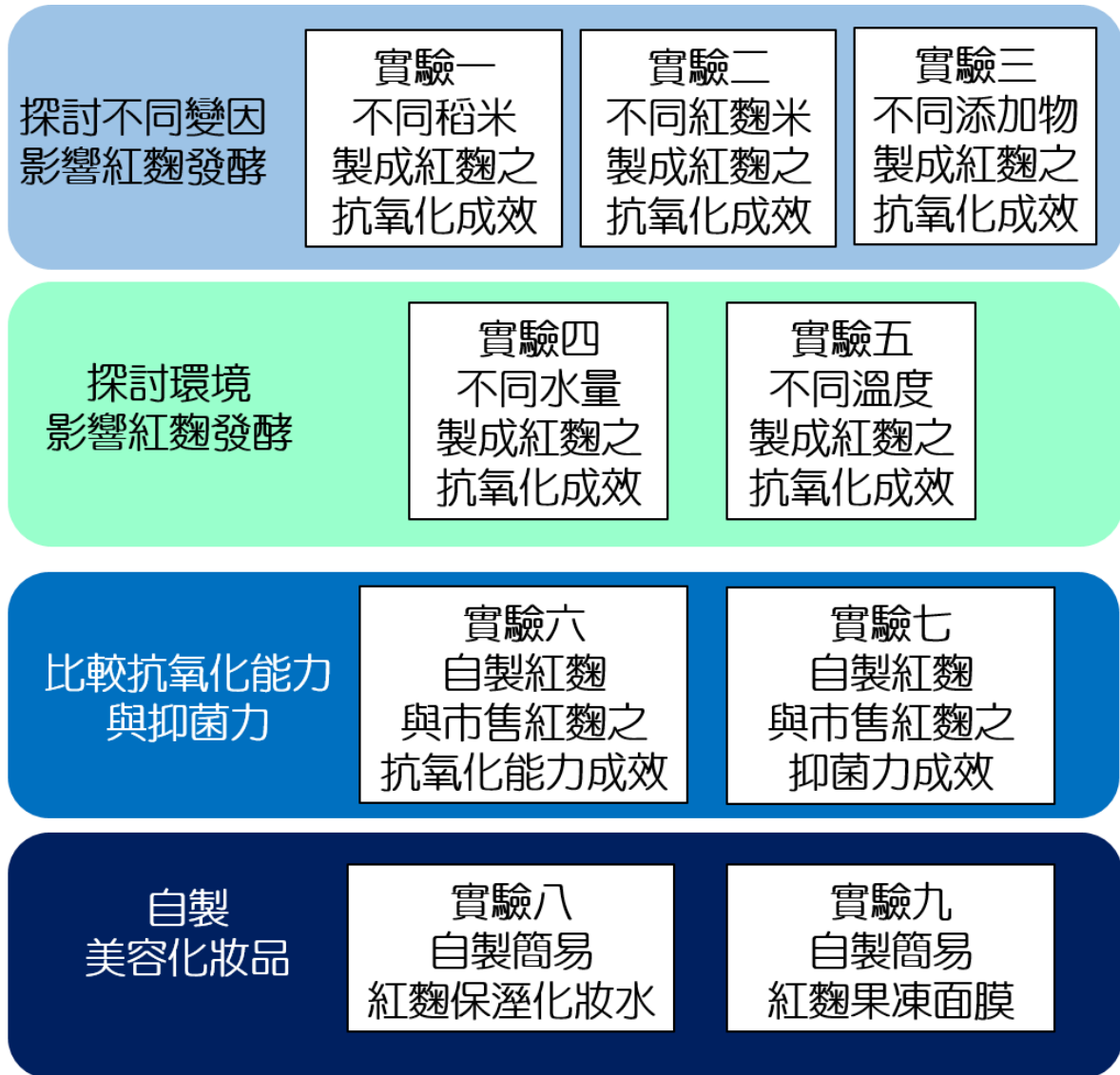
經過上述科展研究作品，我們覺得以「單一流程」製作出具有最佳抗氧化的紅麴，除了可以食用外，也可以拿來製作簡易的護膚的保養品(如：保濕化妝水、無塑料的果凍面膜)，塗抹於皮膚後並使用膚質檢測器檢視其保濕度與皮膚過敏測試。同時抗氧化程度也與一般市售的紅麴食品做比較，檢視此製程是否具有推廣性。

貳、研究設備及器材

一、基本器材			
圓糯米	在來米	蓬萊米	泰國長米
糙米	黑糯米	紅麴米	白麴粉
米酒	碘酒	澱粉	海藻酸鈉
乳酸鈣	玻尿酸粉末	1,3-丁二醇	
二、設備與儀器			
恆溫箱	5 號玻璃罐	CMA 培養皿	膚質檢測器
微量吸取器	250ml 錐形瓶	滴定管	鐵架
手機顯微鏡	光學顯微鏡		

參、研究過程或方法

一、研究架構圖(此圖為自行繪製)



二、預備實驗

(一) 搜尋市售紅麴產品

經過網路搜尋與店家採訪，我們得到以下資料

品名	出產公司	酒精濃度	配置
紅露酒	臺灣菸酒	14%	糯米、紅麴米、米酒、水
紅麴清酒	日本	15%	米、水、紅麴米、米麴
紅糟米麴	臺灣宜蘭酒廠	12%	米、鹽、水、紅露紅糟、食用酒精、米麴

由上表資料可以得知，紅麴製程略有不同，因此我們去拜訪商家與自家製作的私房紅麴。

(二) 紅麴達人訪問

1. 紅麴達人介紹與公布製作紅麴的技巧整理如下表所示：

達人代號	達人 A	達人 B
現職	製作客家紅麴相關食品	現職某醫院醫師，業餘製作紅麴
製作材料	白糯米、紅麴米、米酒、冷開水、陶甕、玻璃罐	白糯米、紅麴米、白麴菌粉、冷開水、陶甕、玻璃罐
製作過程	<ol style="list-style-type: none">1. 糯米洗乾淨，泡水一晚，瀝乾後加水蒸煮，蒸熟後翻動冷卻。2. 加入適量的紅麴米與米酒並進行第二次攪拌。3. 密封蓋上，每天攪拌，連續 3 天加入少許米酒。4. 大約 3 個星期會完成。5. 溫度不能太高。	<ol style="list-style-type: none">1. 紅麴米要先泡一晚(米與水的比例為 1:10，形成紅麴米水。2. 糯米直接蒸煮(一杯米與一杯水的比例)，煮熟後待涼並冷藏。3. 紅麴米水與蒸熟的糯米攪拌，再加入微量的白麴粉混合，裝罐。4. 瓶口蓋一層紗布再輕微蓋上，保留空氣。5. 前 2 天不能翻動，第 3 天才能翻動，翻動 2 天後再幾天就會完成，從剛開始製作開始算大約 14 天，要看溫度。
達人叮嚀	<ol style="list-style-type: none">1. 不能額外加水，容易發霉2. 容器剛開始都要保持乾燥	<ol style="list-style-type: none">1. 因為在發酵的過程當中會膨脹，所以不能完全密封，以免容器破裂。2. 白麴菌粉不能太多，裡面其實有很多休眠的麴菌，放一點點就好，讓它們持續生長把澱粉分解，自然而然就會比較有酒香。

2. 討論：

- (1) 經過二位達人的分享後，發現到製作過程略有不同，但是都有辦法製成紅麴，尤其是「加米酒與加白麴粉」這個步驟讓我們感到好奇。
- (2) 我們也思考著，紅麴利用澱粉發酵，那個其他的米或是含有澱粉的農作物是否也可以製成紅麴？因此我們先進行「不同農作物製作紅麴之成效」實驗。

(三) 不同農作物製作紅麴

1. 實驗設計

我們搜尋資料並討論出「含有澱粉的農作物」有：稻米、小麥、玉米、番薯、馬鈴薯與香蕉，於是我們先進行初步的實驗，檢視成果，實驗步驟表如下表 3-2-1 所示，觀察 7 天並記錄於下表 3-2-2 所示：

表 3-2-1 不同農作物製成紅麴步驟表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同農作物準備	稻米、小麥、玉米、番薯、馬鈴薯、芋頭、香蕉 100g 水 100cc	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 10g，水 100cc	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合不同農作物和紅麴米水，再添加米酒混合	米酒 10mL，	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	7 天

表 3-2-2 不同農作物製成紅麴紀錄表

農作物 天數	稻米	小麥	玉米	番薯	芋頭	馬鈴薯	香蕉
1	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹
2	發酵膨脹	發酵膨脹	消退、出水， 冒出小氣泡	發酵膨脹	發酵膨脹	發酵膨脹	消退、出水， 冒出小氣泡
3	消退、出水， 冒出小氣泡	消退、出水， 冒出小氣泡	冒出許多 小氣泡	發酵膨脹	發酵膨脹	消退、出水， 冒出小氣泡	消退、出水， 冒出小氣泡
4	小氣泡變多	小氣泡變多	小氣泡變多	發酵膨脹	發酵膨脹	持續發酵	持續發酵
5	持續發酵	持續發酵	開始發霉	發酵膨脹	消退、出水， 冒出小氣泡	開始發霉	持續發酵
6	持續發酵	持續發酵	發霉	開始發霉	消退、出水， 冒出小氣泡	發霉	開始發霉
7	持續發酵	開始發霉	發霉	發霉	消退、出水， 冒出小氣泡	發霉	發霉

2. 討論：七天的觀察與紀錄，可以明顯發現到，剩下稻米沒有發霉，此發酵情況讓我們感到好奇，「為何使用其它含有澱粉的農作物會發霉？」原因推估是「農作物吸水程度影響含水量導致發霉」，此部分容後解釋。

此實驗結果也應證了：紅麴大部分都是用稻米發酵，於是我們接下來的實驗將使用不同種類的稻米進行發酵，檢視發酵成果。

(三) 討論並擬定製作紅麴發酵的量

由於二位達人提供的米、紅麴米與水的比例都不盡相同，米與紅麴米的比例大約在 10:1 左右，水加的量、添加米酒或白麴粉的量與存放天數也不太固定，但是酒精濃度大約都在 12~15%之間，讓我們思考著是否需要找出較佳的配置比例來製作紅麴，得到抗氧化能力最佳的紅麴？於是我們進行實驗來歸納出最佳的比例。

三、實驗一 不同稻米製成紅麴之抗氧化成效

※設計構想

查詢稻米的種類，得知稻米的種類分為「粳稻、秈稻、糯稻」，產生的米分別為「蓬萊米、在來米、糯米」。此外，我們平常在食用的稻米種類中，也會食用泰國長米、糙米和黑糯米，於是我們將這些稻米進行紅麴發酵實驗。實驗流程表如下所示：

表 3-3-1 不同稻米製成紅麴流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同農作物準備	蓬萊米、在來米、黑糯米、圓糯米、泰國長米、糙米 100g、水 100 ml	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 10g，水 100 ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合不同農作物和紅麴米水，再添加米酒混合	米酒 10ml	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10mL 上清液進行碘滴定	14 天

※以下圖片皆為自行拍攝

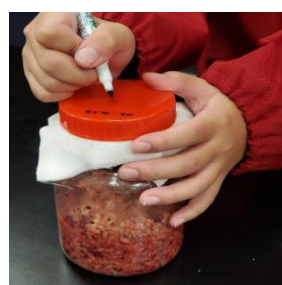


圖 3-3-1 加入紅麴米水 圖 3-3-2 紅麴米攪拌 圖 3-3-3 微密封並標記 圖 3-3-4 碘滴定

四、實驗二 不同紅麴米的量製成紅麴之抗氧化成效

※設計構想

從實驗一的實驗結果可以得知：糯米製成的紅麴最具有抗氧化能力，我們思考著：「如果紅麴米的多寡是否也會影響到發酵後抗氧化的能力？」於是我們進行此實驗，實驗步驟如下表所示：

表 3-4-1 不同紅麴米的量製成紅麴實驗步驟流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	不同農作物準備	圓糯米 100g、水 100ml	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 5g、10g、15g、20g，水 100ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合圓糯米和紅麴米水，再添加米酒混合	米酒 10ml	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10ml 上清液進行碘滴定	14 天

五、實驗三 不同添加物對紅麴之發酵成效探討

※設計構想

預備實驗階段訪問紅麴達人，一位是用食用米酒，另一位則是採用發酵酒釀的白麴菌，這個配方讓我們感到好奇！查詢米酒的發酵原理後，得知米酒是添加米麴菌發酵而來的，米麴菌是白麴菌的一種，我們再好奇心的帶領下，設計了實驗，實驗流程步驟如下表 3-5-1 所示：

表 3-5-1 不同添加物製成紅麴實驗步驟流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	農作物準備	圓糯米 100g、水 100g	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 11g，水 100 ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合圓糯米和紅麴米水，再分別添加米酒與白麴粉	米酒 10 ml，白麴粉 0.05g	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10ml 上清液進行碘滴定	14 天

六、實驗四 不同水量對紅麴發酵之成效

※設計構想

在製作紅麴的過程中，我們發現到糯米發酵後會產生湯汁，但是湯汁量稀少，我們心想：能否在攪拌的時候加入冷開水，來獲取較多的湯汁？也評估看看發酵成紅麴的湯汁是否仍具有抗氧化的效果？於是我們以「不同水量」為操縱變因並設計實驗，步驟流程表如下所示：

表 3-6-1 不同水量製成紅麴實驗步驟流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	農作物準備	圓糯米 100g、水 100g	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 11g、水 100 ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合圓糯米、紅麴米、白麴粉與不同量的水	白麴粉 0.05g 水 100 ml、150ml、200ml	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10ml 上清液進行碘滴定	14 天

七、實驗五 不同溫度對紅麴之發酵成效探討

※設計構想

研究與文獻指出溫度會影響到紅麴發酵的速度，因此我們使用恆溫箱，將溫度進行紅麴的發酵實驗，步驟流程表如下所示：

表 3-7-1 不同溫度製成紅麴實驗步驟流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	農作物準備	圓糯米 100g、水 100g	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 11g、水 100 ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合圓糯米、紅麴米、白麴粉與水	白麴粉 0.05g 水 200 ml	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置 放置不同的溫度	容器，瓶蓋	冰箱(5°C)、室溫(25°C) 恆溫箱 (30°C、35°C、40°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10ml 上清液進行碘滴定	14 天

八、實驗六 檢視自製紅麴的抗氧化實驗

(一)設計理念

從上述五個實驗，我們統整出一個製程，如下表 4-8-1 所示，我們取名為：「紅麴 1 號」。

表 3-8-1 自製紅麴製程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	農作物準備	圓糯米 100g、水 100g	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 11g、水 100 ml	靜置一晚， 形成紅麴米水	一夜
3	混合不同農作物和紅麴米水，再添加米酒混合	白麴粉 0.05g 水 200 ml	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	恆溫箱 35°C	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 7 天后取 10mL 上清液進行碘滴定	7 天

我們思考著：如果只是單純使用碘滴定不太精準，因此嘗試與一般市售紅麴保健食品做比較，進行更精準的抗氧化能力實驗：分子生物實驗。

(二)分子生物實驗

此實驗將使用紅麴 1 號與市售紅麴進行分子生物實驗，流程與步驟如下圖表所示：

表 3-8-2 分子生物實驗步驟

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	準備人體單核球	標準配置的單核球樣本	浸泡，培養	24 小時
2	調製市售紅麴與紅麴 1 號 溶液至適當濃度	紅麴 1 號 10 ml、 市售紅麴膠囊 0.5g	放入浸泡液	24 小時
3	免疫螢光染色	iNOS 發炎物質	放入浸泡液	24 小時
4	觀察、記錄螢光染色情形	顯微鏡	顯微攝影(200 倍)	即時

形成假設：若紅麴 1 號的抗氧化能力優於市售紅麴，則在顯微鏡下的綠色螢光物質(iNOS)數量會減少許多。

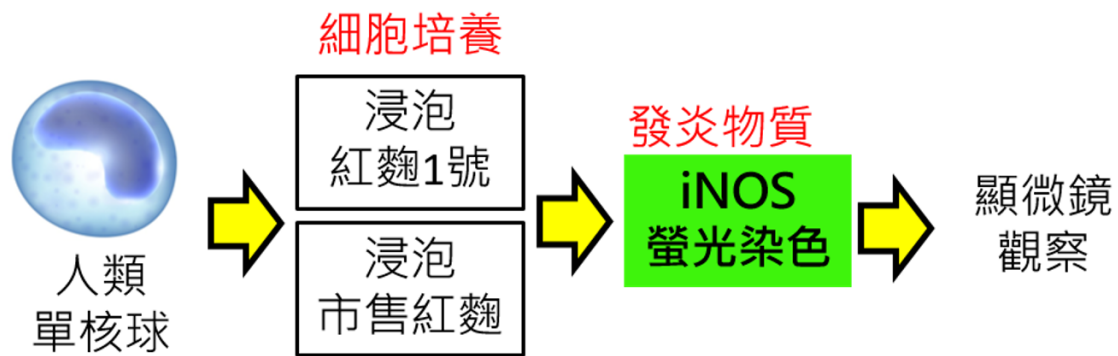


圖 3-8-1 分子生物實驗流程圖(自行繪製)

九、實驗七 檢視自製紅麴與市售紅麴之抑菌力

實驗設計 — 細菌培養標準化測試：自製紅麴之紅糟與市售紅麴粉的抑菌力比較

1. 市售紅麴粉末(0.5g/粒)與「紅糟 0.5g、1g、1.5g」分別浸泡 10c.c.細菌培養液
(細菌培養液：使用大腸桿菌與金黃色葡萄球菌，細菌量為 1 億隻/毫升)
2. 浸泡 24 小時後，沾取細菌液，在培養基上塗抹(三個方向)
3. 各放置恆溫箱 (37°C)，24 小時後觀察培養情況

※形成假設：若紅糟的紅麴菌具有抑菌力，則培養基不會產生菌落。

配置圖如下圖 3-9-1 所示：

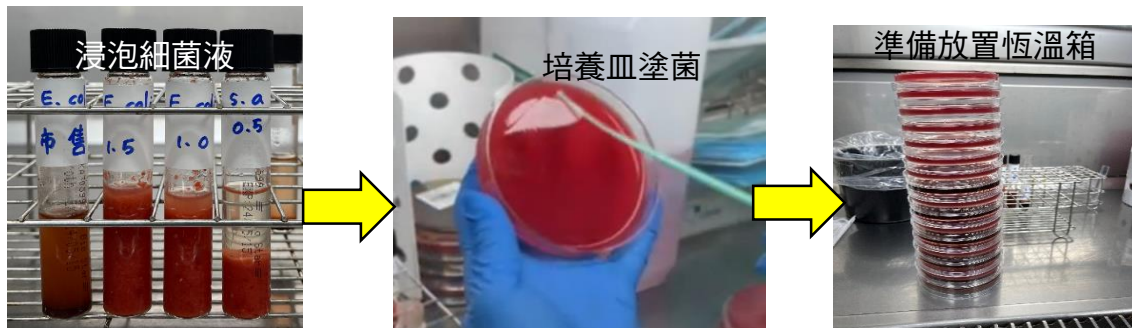


圖 3-9-1 市售紅麴粉與自製紅麴雙紅糟進行抑菌力標準化測試(以上照片皆自行拍攝)

十、實驗八 檢驗自製簡易紅麴保濕化妝水

(一)設計理念

1. 研究紅麴的報告顯示：紅麴具有許多抗氧化成分，例如：麴酸。麴酸，為麴菌發酵過程中代謝產生的產物，具有美白功效，常用於美容保養品中。
2. 紅麴製成後所剩下的紅麴渣(紅糟)，除了可以拿來醃肉之外，是否含有具有美白效果的麴酸？這讓我想要嘗試看看。於是我們設計實驗，進行簡易的化妝水製作，並進行皮膚過敏測試與保濕度測試。流程設計圖如下所示：

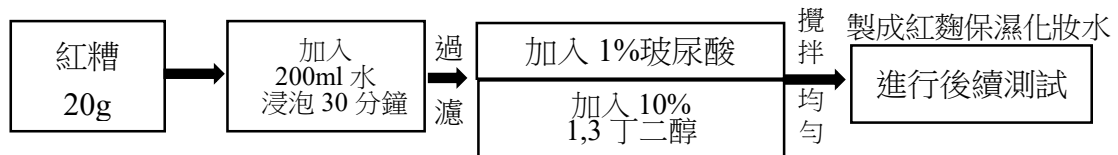


圖 3-10-1 使用紅糟製作保濕化妝水流程圖(自行繪製)

(二) 耐放度測試

1. 取培養皿(直徑大小 8cm)，酒精滅菌後待乾。
2. 分別倒入不同的紅麴保濕化妝水 10ml。
3. 蓋上，放置於冰箱與室內，觀察是否發霉跡象。

(三) 皮膚過敏測試

1. 選擇手背位置並以黑色簽字筆繪製 2cm × 2cm 的正方形大小。
2. 使用化妝棉，取 1ml 紅麴保濕化妝水將化妝棉潤濕。
3. 伏貼於手背處，觀察 5 分鐘，是否有泛紅或搔癢的現象。



圖 3-10-1 紅麴保濕化妝水之皮膚過敏測試

(四) 保濕度測試

1. 使用膚質檢測器，檢測手背的含水量初始值。
2. 使用化妝棉，取 1ml 紅麴保濕化妝水將化妝棉潤濕。
3. 將以潤濕的化妝棉伏貼於手背處，靜置 5 分鐘。
4. 移除化妝棉，使用膚質檢測器，每 10 分鐘檢測 5 次手背的含水量。



圖 3-10-2 紅麴保濕化妝水之保濕度測試

※形成假設：若紅麴保濕化妝水測得的含水量下降曲線與一般保濕化妝水的含水量下降曲線相似，代表紅麴保濕化妝水具有保濕的效果。

※說明：膚質檢測器

膚質檢測器為一般市售最簡便的檢測儀器，可以測得皮膚的白皙度、水分、油度與彈性；下表為一般正常皮膚的白皙度、水分、油度與彈性數據。

※以上圖片(圖 3-10-1 與圖 3-10-2)皆為自行拍攝。

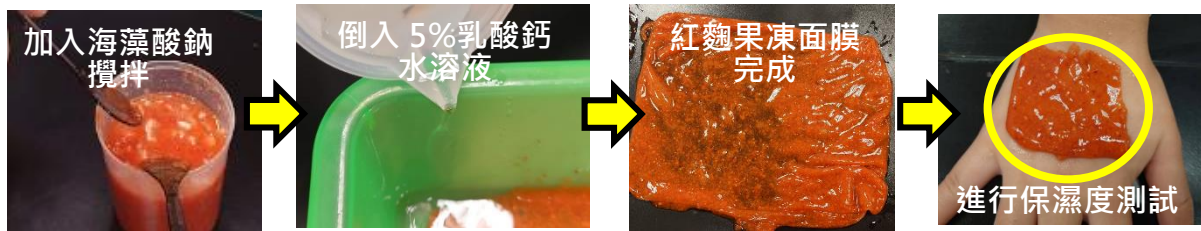
十一、實驗九 自製紅麴果凍面膜

(一) 設計理念

我們沿用實驗六的紅糟，加入海藻酸鈉攪拌後，到入乳酸鈣水溶液，靜置 10 分鐘，取出果凍面膜，皮膚過敏測試與保濕度測試，流程步驟如下表所示：

表 3-11-1 使用紅糟製作果凍面膜流程步驟

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	調製紅麴水溶液	紅糟 10g、水 90g	攪拌，過濾	1 分鐘
2	添加海藻酸鈉與混和	紅麴水溶液 100g、 海藻酸鈉 1.6g	攪拌	10 分鐘
3	調製乳酸鈣水溶液	乳酸鈣 5g、水 95g	攪拌	5 分鐘
4	紅麴果凍面膜製成	5%乳酸鈣、 海藻酸鈉紅麴水溶液	海藻酸鈉紅麴水溶液 平鋪於托盤 緩慢倒入 5%乳酸鈣	10 分鐘



※以上圖片皆為自行拍攝

(二) 皮膚過敏測試

1. 將紅麴果凍面膜剪裁 2cm × 2cm 的正方形大小。
2. 將裁製好的紅麴果凍面膜伏貼於手背處。
3. 觀察 5 分鐘，是否有泛紅或搔癢的現象。

(三) 保濕度測試

1. 使用膚質檢測器，檢測手背的含水量初始值。
2. 紅麴果凍面膜剪裁 5cm × 5cm 的正方形大小。
3. 將裁製好的果膠面膜伏貼於手背處，靜置 10 分鐘。
4. 移除紅麴果凍面膜，使用膚質檢測器，每 10 分鐘檢測 5 次手背的含水值。
5. 與市售面膜進行比較，檢測步驟如上步驟 2~步驟 4。

※形成假設：本測試以一般市售的面膜為基準，紅麴果凍面膜驚膚質檢測得到含水度的下降曲線，與一般市售面膜的下降曲線相似，代表紅麴果凍面膜具有保濕的效果。

肆、研究結果

一、實驗一 不同稻米製成紅麴之抗氧化成效

(一) 碘滴定抗氧化測試

不同稻米種類的紅麴上清液經過碘滴定測試後，紀錄於下圖表所示

表 4-1-1 稻米種類的紅麴上清液經碘滴定之滴定量

	蓬萊米	糙米	泰國長米	圓糯米	在來米	黑糯米
滴定量	89	132	40	221	35	160

單位：滴定量，滴(優碘濃度：5%稀釋 20 倍)

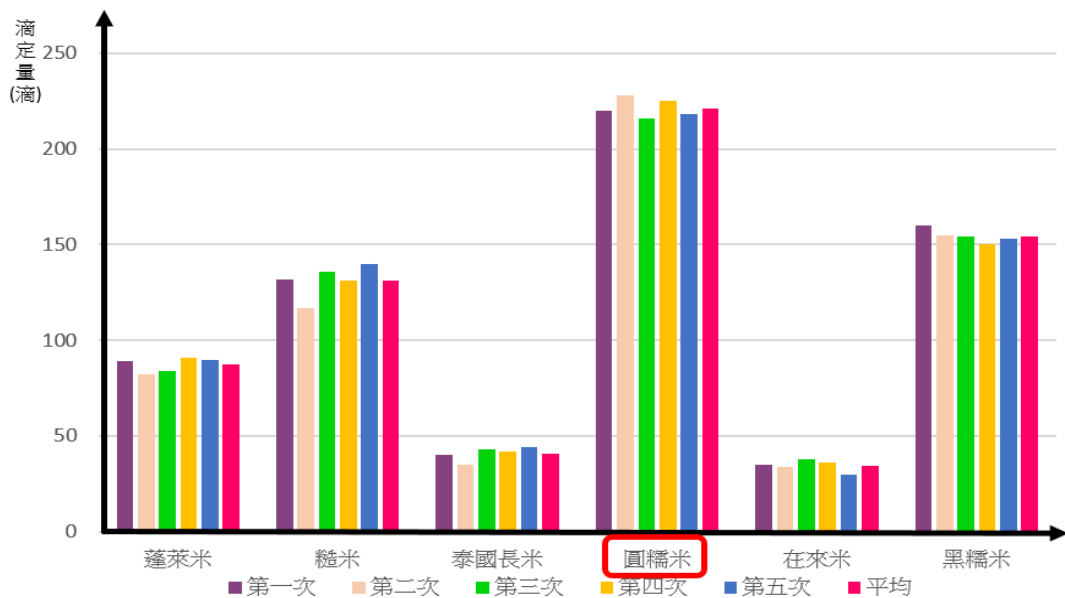


圖 4-1-1 不同稻米種類紅麴上清液之碘滴定(自行繪製)

(二) 小結

由圖表可以得知，圓糯米製成的紅麴上清液經碘滴定測試後，抗氧化能力優於其他種類的米，黑糯米次之。因此實驗我們決定將以圓糯米作為主要的實驗對象，進行後續實驗。

二、實驗二 不同紅麴米的量製成紅麴之抗氧化成效

(一) 碘滴定抗氧化測試

不同紅麴米的量製成紅麴的上清液經過碘滴定測試後，紀錄於下圖、表所示：

表 4-2-1 不同紅麴米的量製成紅麴的上清液經碘滴定之滴定量

紅麴米(g)	5	10	15	20
滴定量平均值(滴)	166	212	224	226

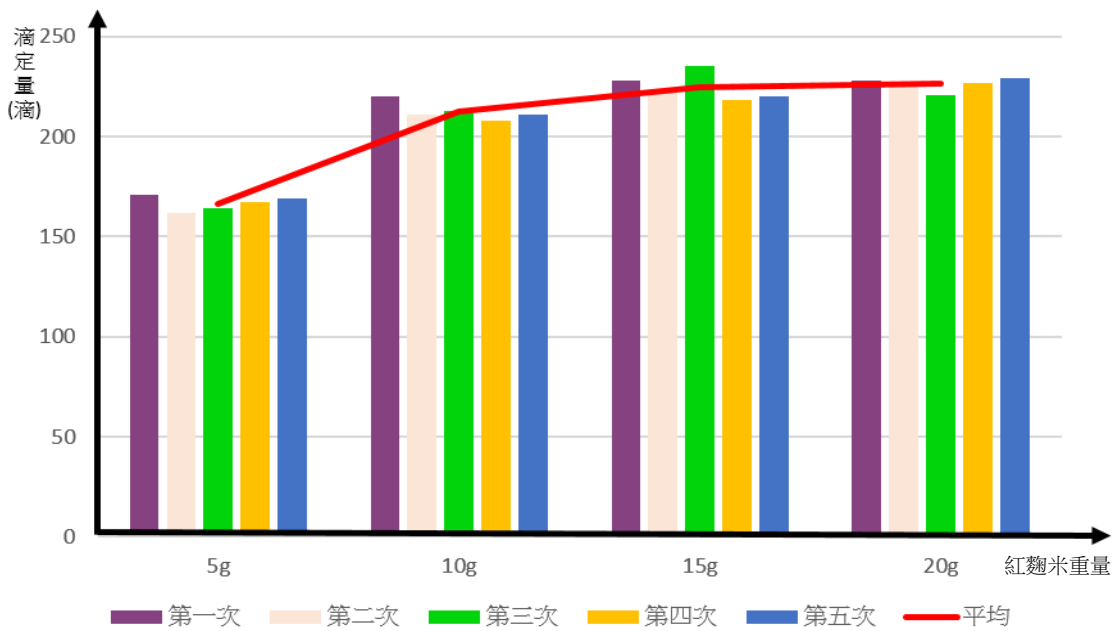


圖 4-2-1 不同紅麴米製成紅麴上清液碘滴定(自行繪製)

實驗結果發現，加入紅麴米 15g 製成的紅麴，其抗氧化能力與紅麴米 20g 並不顯著，因此我們之後持續探究。

(二)持續探究

我們針對紅麴米 10g~15g 這區間進行探究，實驗步驟如下表所示：

表 4-2-2 紅麴米 11g~14g 的量製成紅麴實驗步驟流程表

步驟編號	描述	材料或設備	處理條件	操作時間
1	農作物準備	圓糯米 100g、水 100g	蒸煮後，靜置一晚	一夜
2	秤重並泡水紅麴米以促進發酵	紅麴米 11g、12g、13g、14g，水 100ml	靜置一晚，形成紅麴米水	一夜
3	混合圓糯米和紅麴米水，再添加米酒混合	米酒 10 ml，	混合後攪拌	即時
4	轉移至容器放置	容器，瓶蓋	室溫(25°C)	即時
5	靜置並進行碘滴定分析 每組 5 次	碘滴定設備	靜置 14 天后取 10ml 上清液進行碘滴定	14 天

(三) 持續探究實驗結果：碘滴定抗氧化測試，如下圖、表所示：

表 4-2-3 不同紅麴米的量製成紅麴的上清液經碘滴定之滴定量

紅麴米(g)	11	12	13	14
滴定量平均值(滴)	222.8	224.2	224.4	224.4

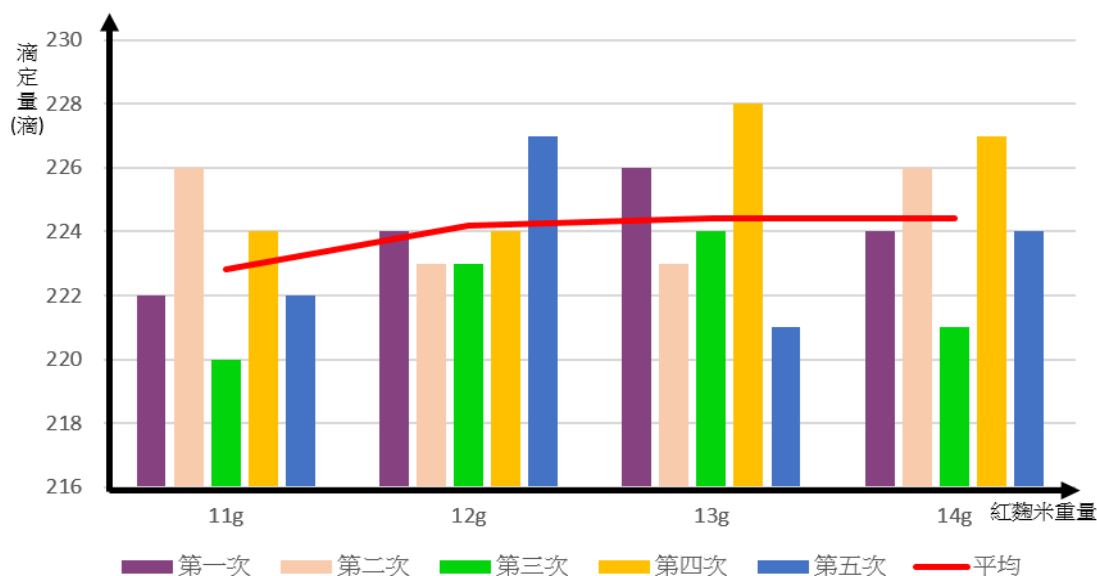


圖 4-2-2 紅麴米 11g~14g 製成紅麴上清液碘滴定(自行繪製)

實驗結果顯示，在紅麴米 11g 時製成的紅麴，其抗氧化能力就已經和紅麴米 15g 的抗氧化能力相近，因此我們之後的實驗將以「11g 紅麴米泡水」進行後續實驗。

三、實驗三 不同添加物對紅麴之發酵成效探討

(一)實驗結果：碘滴定測試

不同添加物(米酒、白麴粉)所製成的紅麴，經過 14 天的發酵後取上清液 10mL 進行碘滴定測試，實驗結果如下圖、表所示：

表 4-3-1 不同添加物製成紅麴的上清液經碘滴定之滴定量

	添加米酒	添加白麴粉
滴定量	216	228
	214	232
	214	233
	216	222
	212	231
平均	214.4	229.2

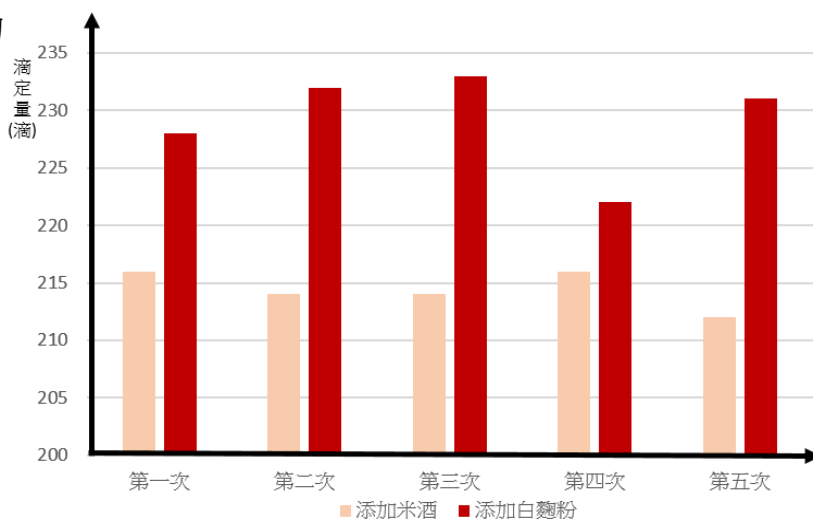


圖 4-3-1 不同添加物製成紅麴上清液碘滴定(自行繪製)

小結：經過碘滴定測試，紅麴製成過程中加入白麴粉的紅麴，具有明顯的抗氧化能力

四、實驗四 不同水量對紅麴發酵之成效

(一)實驗結果：碘滴定測試

不同水量所製成的紅麴，經過 14 天的發酵後取上清液 10mL 進行碘滴定測試結果如下圖、表所示：

表 4-4-1 不同水量製成紅麴之上清液碘滴定量

加水量(g)	100	150	200
滴定量平均值(滴)	232	234	232

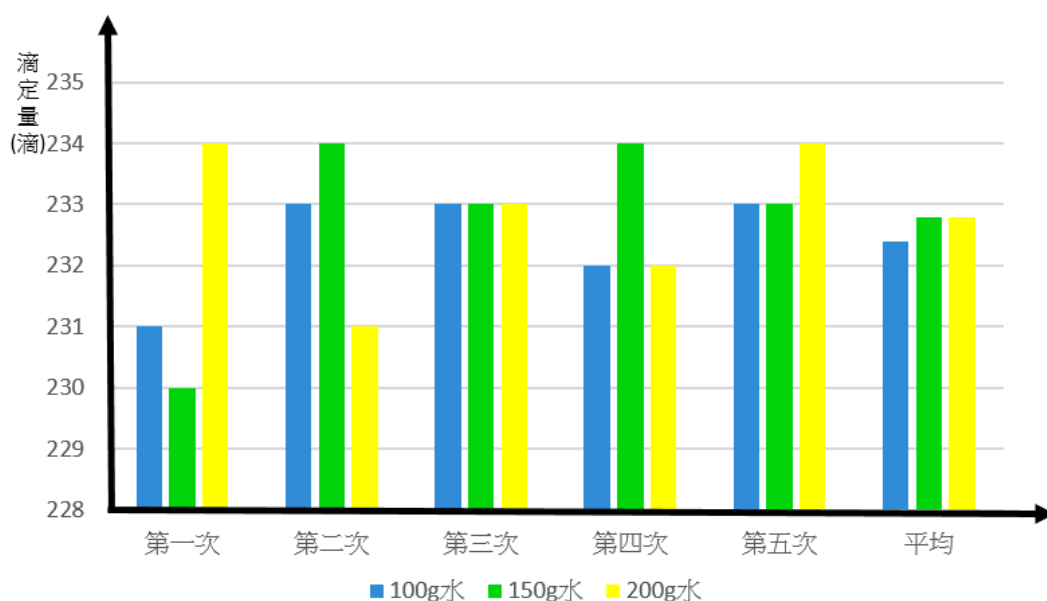


圖 4-4-1 不同水量製成紅麴之上清液碘滴定(自行繪製)

實驗結果發現：

加入 200 c.c.冷開水後製成的紅麴，仍具有抗氧化效果。與其它配置無顯著差異。

(二)小結：經過上述實驗，得到製成紅麴的標準，糯米 100g 經蒸煮冷卻後，加入含 11g 的紅麴米水 100g、0.05g 白麴粉和 200g 水攪拌後靜置，常溫下仍可得到較高抗氧化能力的紅麴，思考：「溫度」是否可縮短發酵的時間？抗氧化能力是否會再提升？

五、實驗五 不同溫度對紅麴之發酵成效探討

(二)實驗結果：碘滴定測試

不同水量所製成的紅麴，經過 14 天的發酵後取上清液 10ml 進行碘滴定測試結果如下圖、表所示：

表 4-5-1 不同溫度製成紅麴之碘滴定量 (單位：滴定量，滴)

溫度(°C)	5	25	30	35	40	45
平均值	5.2	231.8	244	288.8	268.6	209.8

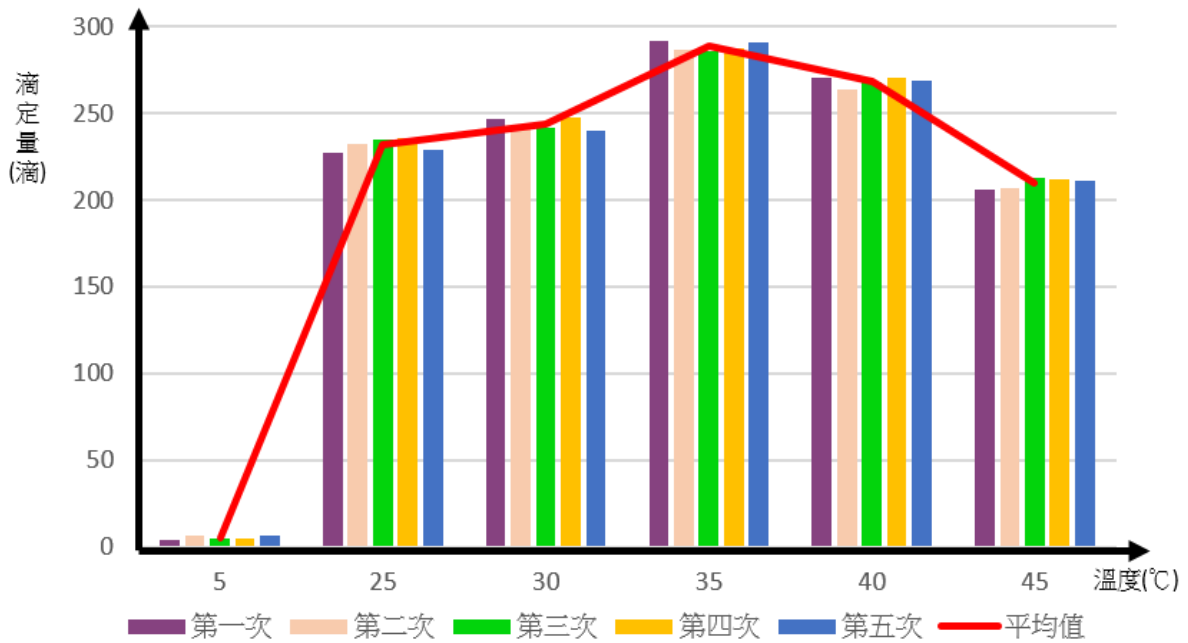


圖 4-5-1 不同溫度製成紅麴流程圖(自行繪製)

小結：我們將使用恆溫箱調控在 35°C 的環境製作我們的紅麴，進行後續的應用。

六、實驗六 檢視自製紅麴的抗氧化實驗

(一) 分子生物實驗之實驗結果

在顯微鏡下，藍色的部分為單核球細胞核，綠色部分為 iNOS 發炎物質。顯微攝影下的情形如下圖 4-6-1 所示：

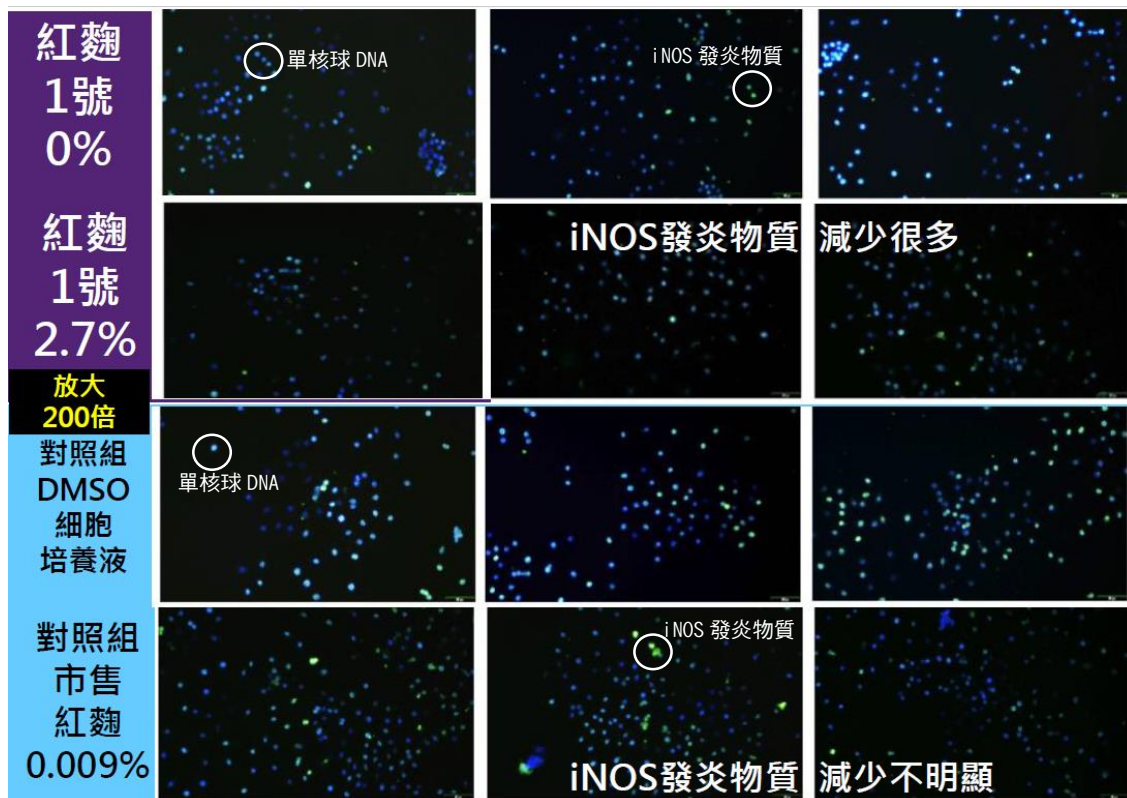


圖 4-6-1 iNOS 螢光染色後之顯微鏡下的觀察(自行拍攝、編排與繪製)

實驗亮點

實驗結果：在放大 200 倍顯微攝影下，可以明顯觀察到：紅麴 1 號對單核球上的 iNOS 發炎物質具有明顯的減少，相較於市售紅麴，其發炎物質減少程度並不是那麼明顯。此實驗可以證明：紅麴 1 號可以減少 iNOS 發炎物質，具有明顯的抗氧化能力。

七、實驗七 檢視自製紅麴與市售紅麴之抑菌力

(一)細菌培養標準化測試：自製紅麴之紅糟與市售紅麴粉的抑菌力比較

1.大腸桿菌細菌培養 24 小時候生長情形如下圖 4-7-1 所示：



圖 4-7-1 大腸桿菌細菌培養之情形(自行拍攝)

2.金黃色葡萄球菌培養 24 小時候生長情形如下圖 5-7-3 所示：



圖 4-7-2 金黃色葡萄球菌培養之情形(自行拍攝)

亮點發現

實驗結果：由上圖可以發現，市售紅麴粉的培養基有長出少許的菌落，紅糟 1.0g 與紅糟 1.5g 的培養基觀察沒有菌落的產生，代表紅糟 1.0g 即有抑菌力。

八、實驗八 檢驗自製簡易紅麴保濕化妝水

(一)耐用度測試

1.未添加任何添加物的紅麴保濕化妝水(第一代紅麴保濕化妝水)的耐放度測試，結果如下表 4-8-1 所示：

表 4-8-1 紅麴水溶液在不同情況下腐敗與發霉的現象

編號	A	B	C	D
配置	常溫、無蓋	常溫、有蓋	冰箱、無蓋	冰箱、有蓋
腐敗天數	8	23	46	無發霉 (超過 3 個月)

由上表可以得知，紅麴水溶液在室溫就容易發霉，需要添加一些添加物，以延緩腐敗的現象。查詢資料後，我們選定市售保濕化妝品最常使用的「1,3 丁二醇」來添加，探究是否具有防腐的效果。

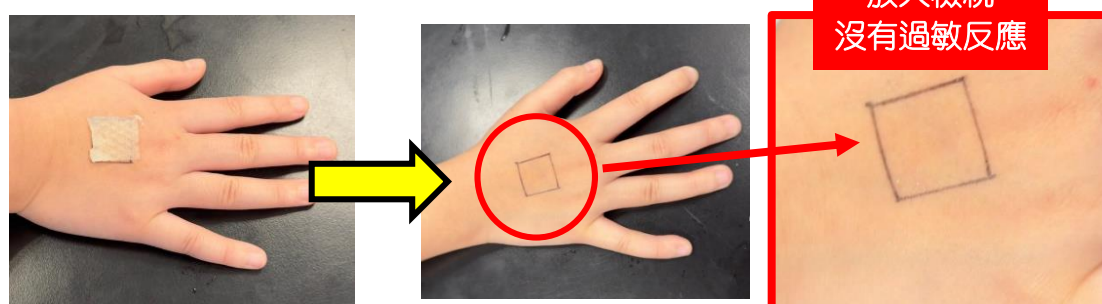
2. 添加 1,3 丁二醇後的紅麴保濕化妝水(第二代紅麴保濕化妝水)的耐放度測試，結果如下表 4-8-2 所示：

表 4-8-2 紅麴水溶液調製在不同情況下腐敗與發霉的現象

編號	A	B	C
1,3 丁二醇濃度	1%	5%	10%
腐敗天數	22	63	無發霉 (超過 3 個月)

由上表可以得知：紅麴水溶液加入 1,3 丁二醇攪拌成 10%的紅麴保濕化妝水，具有較佳的防腐效果。

(二) 皮膚過敏測試(以下圖片皆為自行拍攝)



結果：觀察 5 分鐘，肌膚皆無泛紅或搔癢的現象。代表紅麴保濕化妝水不會對皮膚造成過敏。

(三) 保濕度測試

1. 未添加任何添加物之紅麴水溶液

結果：本實驗使用膚質檢測器，檢測紅麴水溶液對皮膚的含水量，彙整如下表 4-8-3 圖 4-8-1 所示：

	皮膚的含水量
0 分鐘	41.3
10 分鐘	55.6
20 分鐘	45.3
30 分鐘	43.3
40 分鐘	42.2
50 分鐘	41.4
60 分鐘	41.3

表 4-8-3 一小時紅麴水溶液對皮膚的含水量

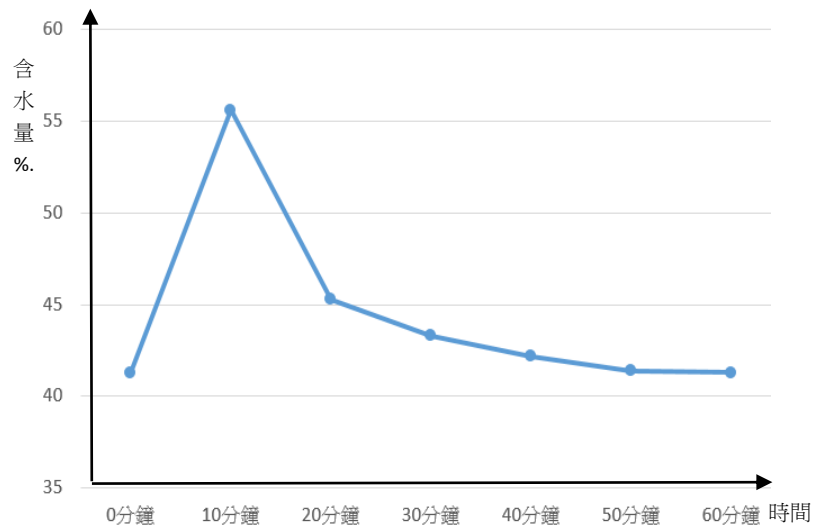


圖 4-8-1 一小時紅麴水溶液對皮膚的含水量折線圖 (自行繪製)

由上圖、表顯示：紅麴水溶液需要添加一些添加物，以增加保濕的時效性。查詢資料後，我們決定添加市售保濕化妝品最常使用的「玻尿酸」，探究是否能增加保濕的效果。

2. 添加不同濃度的玻尿酸之紅麴保濕化妝水(第三代紅麴保濕化妝水)

使用膚質檢測器檢測皮膚的含水量，彙整如下表 4-8-4、圖 4-8-2 所示：

表 4-8-4 紅麴水溶液添加不同劑量玻尿酸後對皮膚的含水量影響

玻尿酸添加量	0.1g	0.5g	1g	2g
0 分鐘	43.3	46.3	45.6	44.6
10 分鐘	61.6	74.3	86.6	86.6
20 分鐘	50.6	60.3	82.6	82.3
30 分鐘	47.3	55.6	79.3	79.4
40 分鐘	45.6	48.6	61.6	62.3
50 分鐘	44.3	47.6	60.3	61.6
60 分鐘	42.6	47.6	58.6	58.6

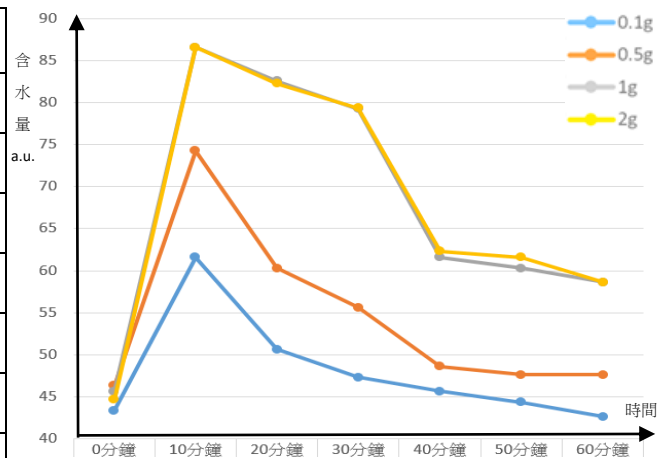


圖 4-8-2 紅麴水溶液添加不同劑量玻尿酸後對皮膚的含水量折線圖(自行繪製)

由圖表數據，可以得知，紅麴水溶液只要添加 1g 的玻尿酸，即可有保濕的現象。因此我們進一步的配置第四代紅麴保濕化妝水，配置如下表 4-8-5 所示：

表 4-8-5 第四代紅麴保濕化妝水配置

配置物品	紅麴水溶液	1,3 丁二醇	玻尿酸
配置量	89g	10g	1g



3. 第四代紅麴保濕化妝水與一般市售保濕化妝水保濕度之比較

本實驗採用第四代紅麴保濕化妝水與一般市售化妝水保濕度進行比較，使用膚質檢測器檢測皮膚的含水量，彙整如下圖 4-11-6 所示：(敷在皮膚上 15 分鐘後開始計時與測量)

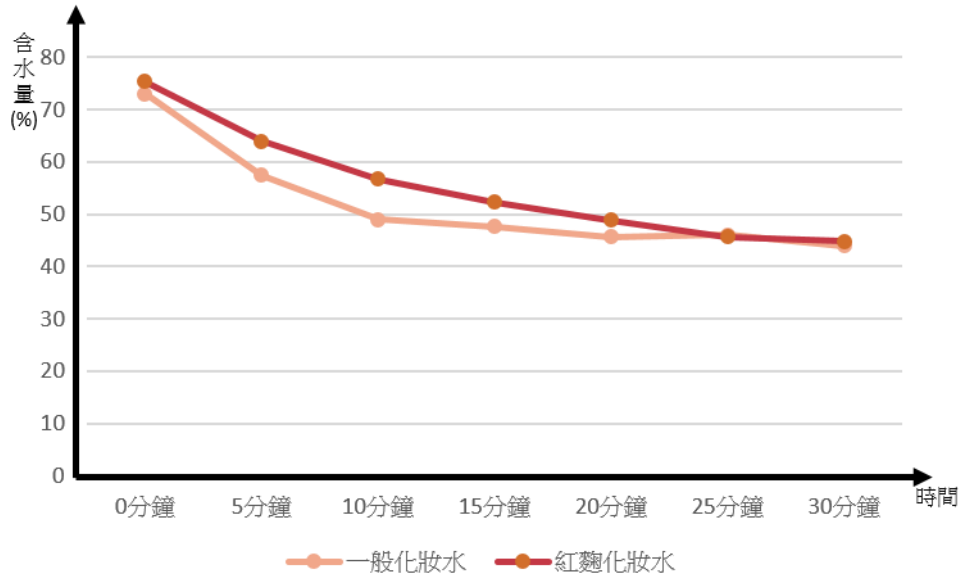


圖 4-8-3 第四代紅麴保濕化妝水與一般市售化妝水水度量化數據折線圖(自行繪製)







實驗結果：比較第四代紅麴保濕化妝水與一般市售保濕化妝水，兩者敷在皮膚上 15 分鐘後移除，都具有保濕的效果，大約在 20 分鐘後都會維持在穩定的含水量，而且差異不大。我們認為第四代紅麴保濕化妝水可以在家生產並能使用。

九、實驗九自製紅麴果凍面膜

(一)紅麴果凍面膜製成之成效

10%紅麴水溶液加不同量的海藻酸鈉，結果彙整如下表 4-12-2 所示

表 4-12-2 10%紅麴水溶液與不同量的海藻酸鈉攪拌後製成果凍面膜之成效(自行拍攝)

海藻酸鈉添加量	1g	1.2g	1.4g	1.6g	1.8g	2g
成膜之成效	 破損	 破損	 破損	 完整	 完整	 完整

結果：隨著海藻酸鈉添加的量增加，所製成的果膠面膜會更穩定和紮實，10%紅麴水

溶液各加入 1.6g、1.8g 與 2.0g 海藻酸鈉攪拌混合，浸泡 5% 乳酸鈣水溶液 10 分鐘後，所製成果凍面膜不容易破裂，效果很好。

(五) 實驗結果：保濕度測試

本實驗使用膚質檢測器，分別檢測紅麴果凍面膜與市售面膜對皮膚的含水量，彙整如下表 4-12-2 圖 4-12-1 所示：

表 4-12-2 紅麴果凍面膜與市售面膜皮膚含水量度量化數據

代號	S1	S2	S3	S4	S5	S6
時間	使用紅麴果凍面膜			使用市售面膜		
0 分鐘	40.3			41.6		
10 分鐘	68.6			75.6		
20 分鐘	58.6			62.3		
30 分鐘	45.6			47.6		
40 分鐘	44.7			49.3		
50 分鐘	43.3			48.6		
60 分鐘	43.3			48.3		

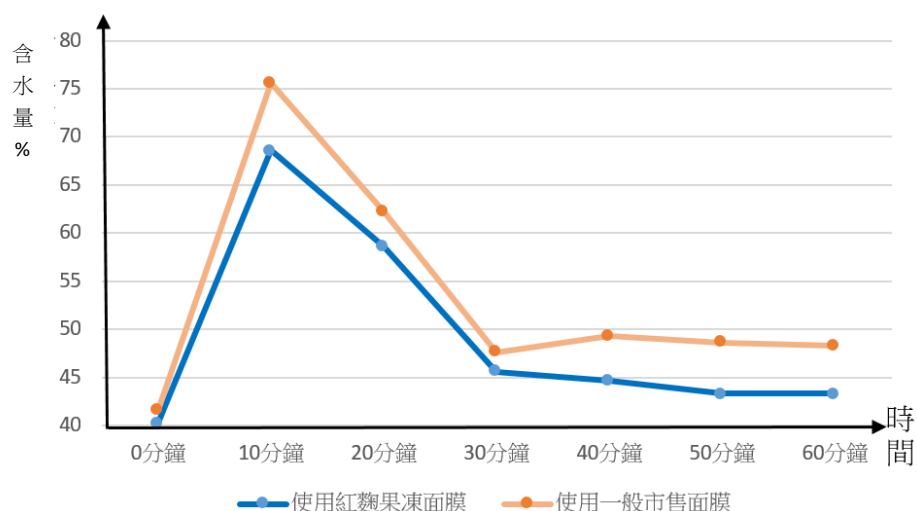


圖 4-11-1 第四代紅麴果凍面膜與一般市售面膜水度量化數據折線圖(自行繪製)

結果：從圖表可以得知：10%紅麴水溶液加入 1.6g 海藻酸鈉所形成的果凍面膜保濕效果稍微差一些；但可以觀察到，大約到 30 分鐘後皮膚的含水量都降低，但維持穩定的含水量，此現象於研究討論解釋。

伍、討論

一、其它農作物製成紅麴的成效

在預備實驗中，我們使用了不同的農作物種麴並觀察發酵過程，發現到小麥、馬鈴薯、玉米、番薯都有發霉的現象，我們推測是蒸煮的過程當中，這些農作物會吸收大量的水分，因此在發酵的過程中，**農作物加熱蒸煮後所含的水分是關鍵點**。



圖 5-1-1 小麥製成紅麴過程中發霉
(自行拍攝)

二、影響紅麴發酵的因素

(一) 米的選擇

在來米與泰國長米製成的紅麴，抗氧化效果最低，我們推論是「澱粉的黏性」會影響到發酵的成果。所以一般釀製的酒釀與米麴，都會使用蓬萊米或糯米作為發酵的原料。

(二) 製作環境的空氣濕度

有幾次在製作紅麴的環境是下雨天，只要是下雨天的情況製作紅麴，雖然都可以進行發酵作用，但是過了幾天後就會發霉。我們搜尋發霉的原因，主要是因為「**潮溼的環境容易孳生黴菌**」，因此我們懷疑：空氣濕度也會影響到發酵的成功與否？



圖 5-2-1 下雨天製作紅麴易發霉
(自行拍攝)

為了解開疑惑，我們在下雨天的時候測得的空氣溼度為 $80\% \pm 5\%$ ，此環境製成的紅麴大約 3 天就開始發霉，為解決「發霉」的問題，嘗試使用恆溫箱來檢視是否可行。放入恆溫箱並調控溫度後，發現到「恆溫箱內的發酵結果不受箱外環境的影響」，並且測得恆溫箱內的溼度大約 $60\% \pm 5\%$ ，與晴天時的環境溼度相似，因此解決了發過過程中會發霉的問題。

三、紅麴抑菌力的持續探究

紅麴浸泡細菌液之後，對細菌產生抑菌力的效果，甚至優於一般市售的紅麴保健食品，此實驗結果讓我們感到很高興，至於自製紅糟的成分裡是否含有麴菌代謝出來的有毒物質(例如：黃麴毒素、桔黴素)?於是我們將紅糟委外檢測。檢測結果如下圖 5-3-1 所示，我們的紅麴 1 號沒有檢測出黃麴毒素與桔黴素。



圖 5-3-1 紅麴 1 號委外毒物檢測結果(自行編排與繪製)

四、使用皮膚檢測器測試保濕化妝水與面膜

(一)化妝水停留在皮膚上，是否會影響皮膚水度？

在進行保溼度測試的過程中，我們也探究「為何敷臉只需要 15 分鐘左右就必須移除」，於是我們進行實驗：「不同皮膚接觸時間對皮膚水度的影響」6 次。研究結果如下圖 5-4-1 所示：

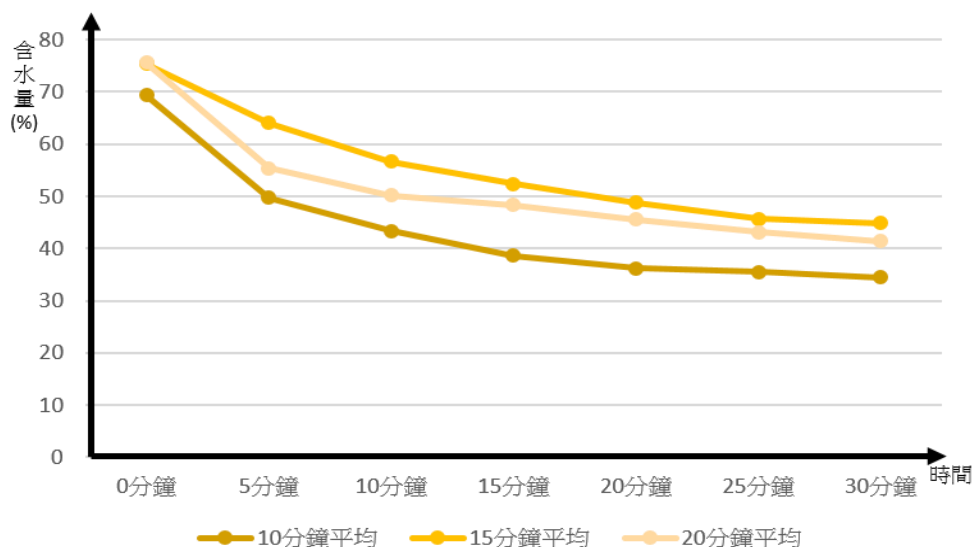


圖 5-4-1 不同皮膚接觸時間對皮膚水度的影響(自行繪製)

※實驗結果顯示，敷在皮膚上 15 分鐘後移除，皮膚保溼度會較為提升，敷在皮膚上 20 分鐘的皮膚反而導致保溼度下降，此情形與一般敷臉的時間呼應：敷在皮膚上 15 分鐘最佳，超過時間反而會有反效果。

陸、結論

本研究成功開發了幾種基於紅麴的應用產品，顯示了紅麴在食品和化妝品行業的多樣化潛力。

一、紅麴的優化製備：

本研究確定了製備抗氧化能力最強的紅麴的最佳條件。使用 100g 圓糯米，經蒸煮和冷卻後，加入由 11g 紅麴米和 100g 水製備的紅麴米水，混合 0.05g 白麴粉和 200g 水。該混合物在 35°C 的恆溫箱中發酵 7 天，可製得具有最高抗氧化活性的紅麴。

二、紅麴保溼化妝水的製備與穩定性：

通過將 10g 紅麴與 100g 水混合並過濾，再加入 1g 玻尿酸和 10g 的 1,3-丁二醇，製得紅麴保溼化妝水。該化妝水在室溫下保存三個月內穩定，未見腐敗，並顯示出良好的保溼效果。

三、紅麴果凍面膜的開發：

將 10g 紅糟與 100g 水混合並過濾後，添加 1.6g 海藻酸鈉並均勻攪拌，隨後使用 5% 乳酸鈣水溶液處理，成功製備出具有一定延展性和保溼性的紅麴果凍面膜。

四、持續研究與商品化潛力：

為確保紅麴產品的安全性，將對自製紅麴的副產品進行毒性檢測，包括檢測潛在的黃麴黴毒素和柑橘黴素等。此外，考慮到紅麴的抗氧化特性，計劃開發並測試低成本的紅麴化妝品(例如：紅麴晚安面膜和紅麴乳霜)評估其市場推廣的可行性，目前正在進行市場調查中。

五、本研究之未來發展

本研究將會使用紅麴 1 號的抗氧化能力與抑菌力的特性，進行更進一步的分子生物實驗，希望能製作出燒燙傷的敷料，對醫學有貢獻。

柒、參考文獻資料

- 一、國民小學自然與生活科技領域教科書。南一書局。2023。
- 二、潘子明 (2009)。紅麴菌基因解碼。養生保健, 10, 30-32。
- 三、潘子明 (2009)。紅麴在傳統食品及保養品上的應用。養生保健, 12, 28-29。
- 四、吳聲華 (2000)。話說紅麴(數位典藏)。國立自然科學教育館。
- 五、農業部臺東區農業改良廠 (2009)。紅麴醋釀造 DIY 的製法。農業改良技術專刊, 17, 12-15。
- 六、何婉筠等 (2006)。阿婆的壓箱底—糟嬭(紅糟)。中華民國第 46 屆中小學科學展覽會參展作品專輯 (國小組自然科 081528)。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 七、黃宸微等 (2020) 首「麴」一指—天然無毒指甲油。中華民國第 46 屆中小學科學展覽會參展作品專輯 (國小組化學科 080202)。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 八、曹瑀芯、陳冠茵、王俊霖 (2016)。小資女愛美愛地球～馬祖紅糟身價翻倍漲。中華民國第五十六屆中小學科學展覽會參展作品專輯 (高級中等學校組農業與食品學科 052210)。臺北市：國立臺灣科學教育館。
- 九、林妙娟 (2003)。美味又保健的紅麴加工產品。花蓮區農業專刊, 45, 21-24。

【評語】 082915

本研究以「紅麴發酵」為主題，研究系統地驗證了紅麴在抗氧化和抑菌方面的顯著效果，並通過實驗確定了最佳的發酵條件，結果展示了紅麴作為天然抗氧化和抑菌劑的潛力，成功開發了以紅麴為主要成分的保濕化妝水和果凍面膜，展示了紅麴在美容產品中的應用潛力。幾項建議如下：

1. 研究採用了碘滴定法及 iNOS 螢光染色來檢測紅麴的抗氧化效果。實驗牽涉細胞生物學，對小學生內容是否過於堅深。實驗操作涉及大腸桿菌細及金黃色葡萄球菌培養，是否有實驗安全考量？不建議國小組學生進行操作。
2. 本研究與第 56 屆高中組探究主題類似，單一流程製作是與其差異或創新性？
3. 建議各項實驗設計空白對照組，以確定變因產生的預期結果。
4. 表 3-6-1 不同水量對紅麴的影響，設計於步驟 3 添加 100ml, 150ml, 200ml 水，原本白麴粉添加的米酒 10ml 已無添加，是否會影響其

發酵。總量經過水量增加後整體體積稀釋，也預期抗氧化成效會下降。

5. 以紅麴應用成保養品，檢測對膚質的敏感性，常見的模式採用手肘內側非手掌背側。檢測可參考貼膚測試於 24 小時後觀察對肌膚是否有刺激性。
6. 果凍面膜因海藻酸鈉與 5%氯化鈣交聯成膜不易平整，可降低氯化鈣濃度以及改用噴霧方式成膜較易成功。

作品簡報

抗氧化英雄～

我的**紅麴** No 1

自製紅麴的抗氧化力及抑菌力之研究與應用

關鍵詞：麴菌發酵、抗氧化能力、紅麴化妝品

研究問題

1. 怎麼樣的紅麴具有最佳抗氧化效果呢？
2. 紅麴真的有抑菌效果嗎？
3. 紅麴會不會有美容效果呢？



研究動機

1. 如何製成抗氧化能力最佳紅麴？
2. 自製紅麴與市售紅麴比較如何？
3. 紅麴除了可以食用，還可以有哪些應用？

研究設備與器材

圓糯米	在來米	蓬萊米	泰國長米
糙米	黑糯米	紅麴米	白麴粉
米酒	海藻酸鈉	膚質檢測器	海藻酸鈉
碘酒	玻尿酸	1,3-丁二醇	恆溫箱

研究過程

製程階段

探討不同變因
影響紅麴發酵

實驗一
實驗二
實驗三

探討環境
影響紅麴發酵

實驗四
實驗五

檢驗階段

比較
抗氧化能力與抑菌力

實驗六
實驗七

應用階段

自製美容化妝品
燒燙傷敷料研究

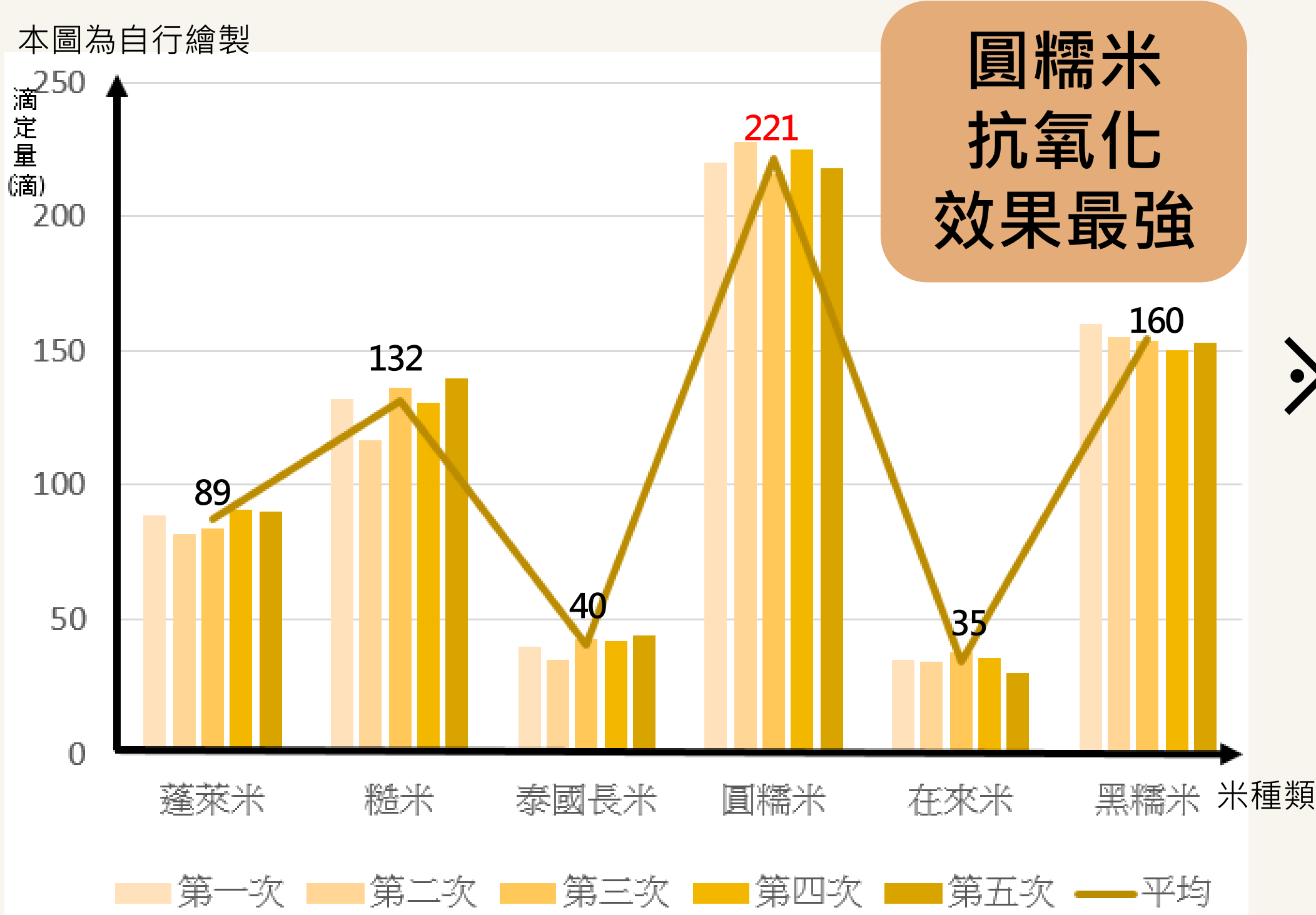
實驗八
實驗九

研究結果-製程階段

實驗一 不同稻米製成紅麴之抗氧化成效

直接碘滴定測試

本圖為自行拍攝

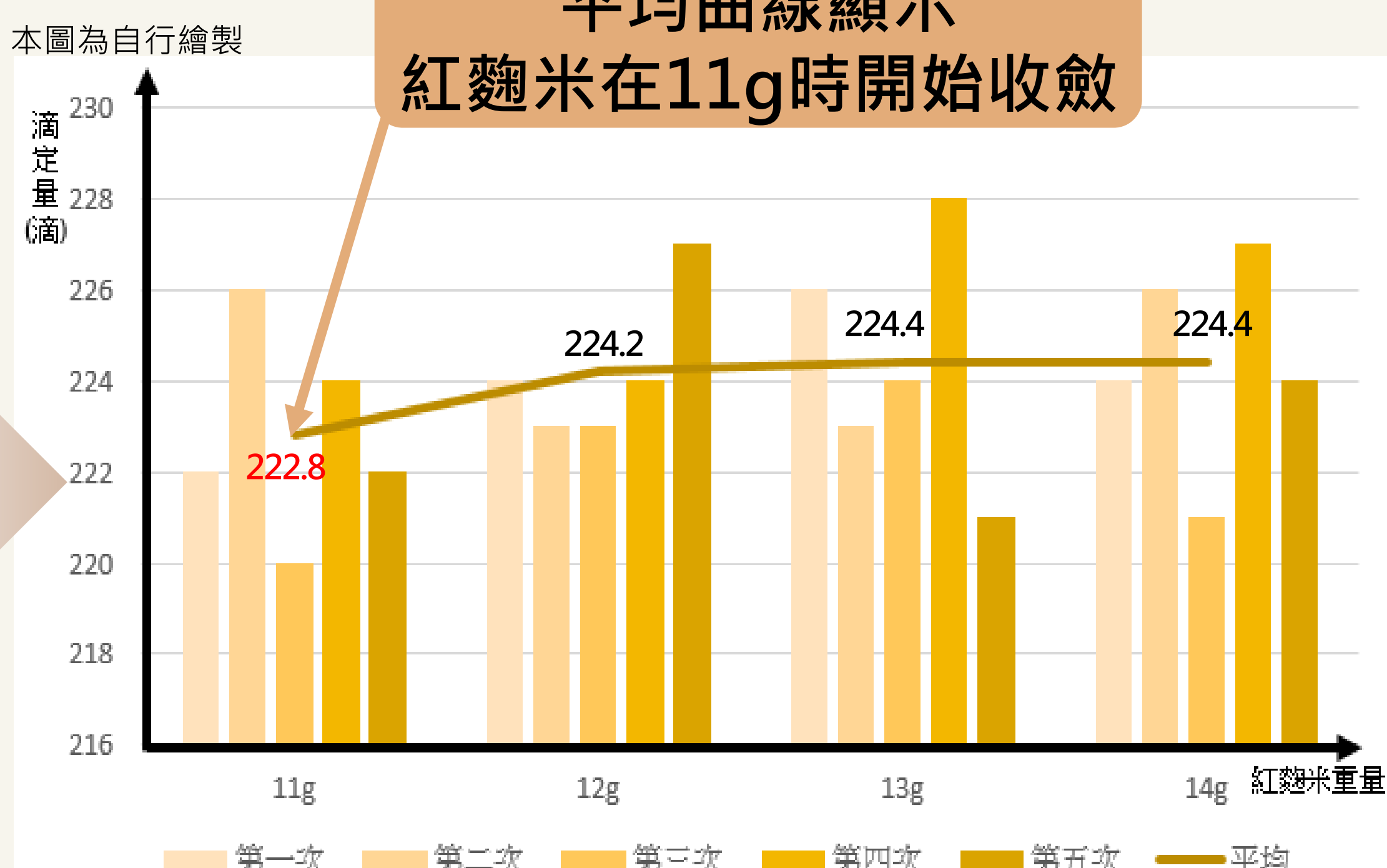
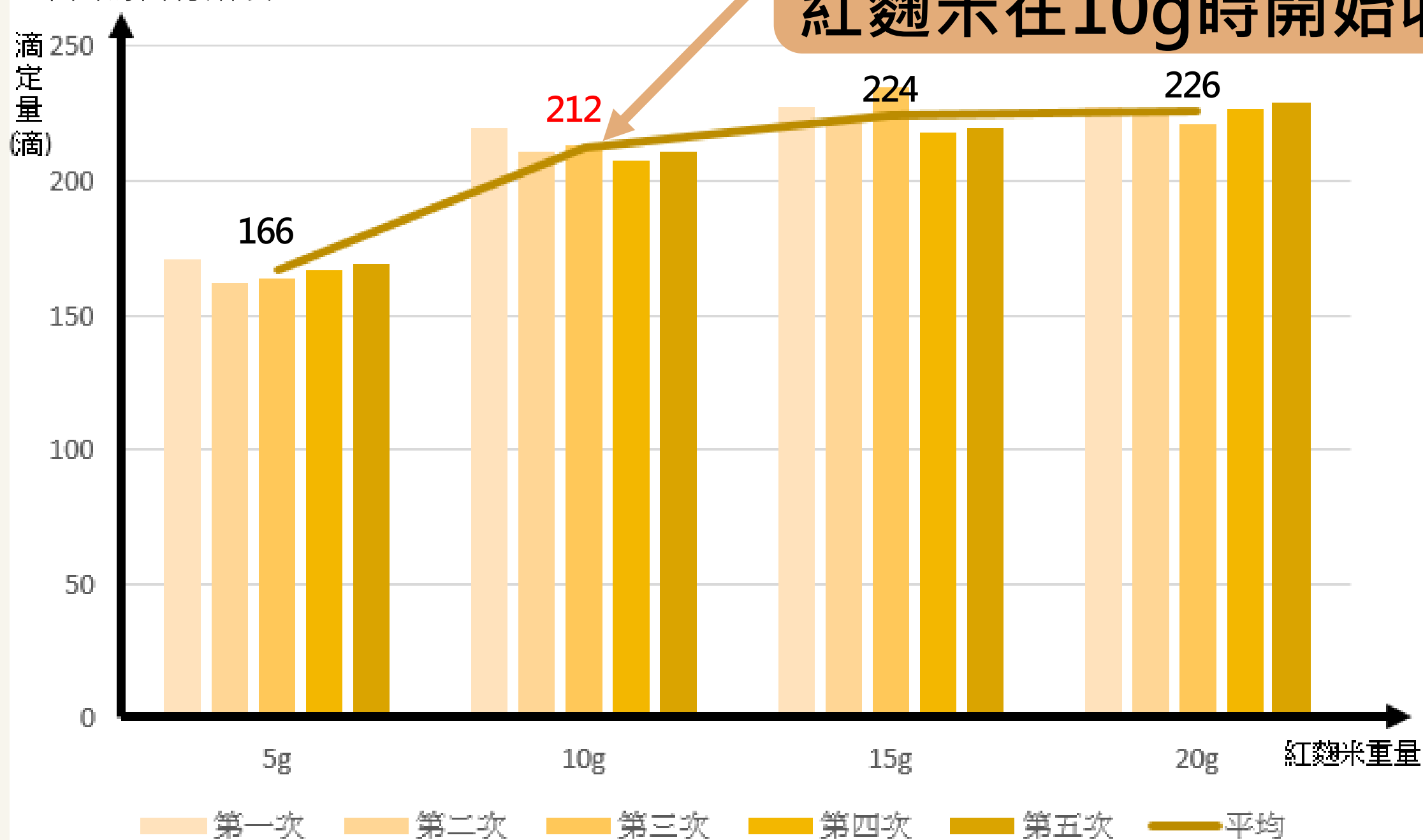


※決定將以**圓糯米**作為主要的實驗對象，進行後續實驗。

實驗二 不同紅麴米的添加量對紅麴之發酵探討

直接碘滴定測試

本圖為自行繪製



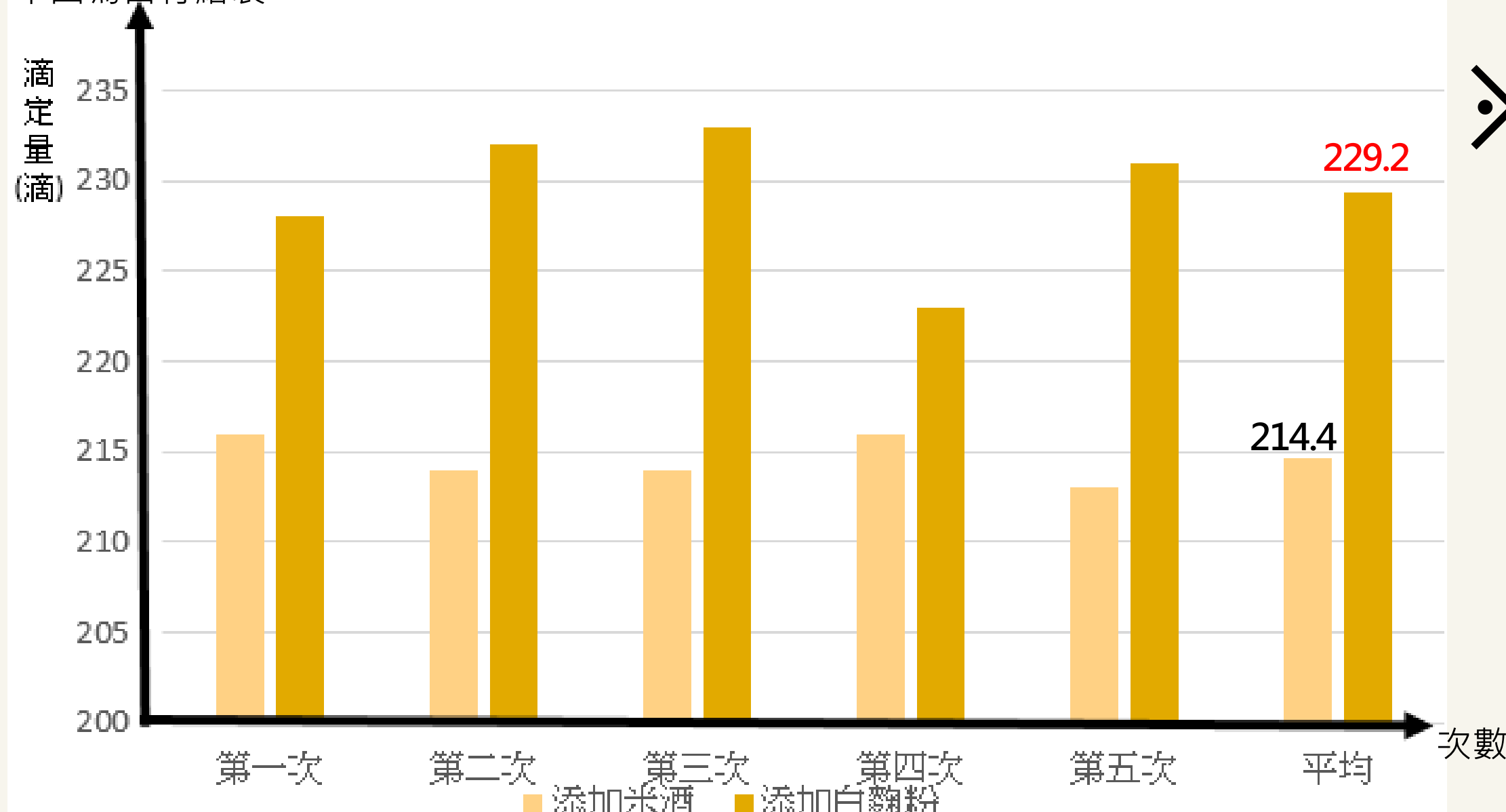
持續探究

※決定將以「**11g紅麴米泡水**」進行後續實驗。

實驗三 不同添加物對紅麴之發酵抗氧化成效

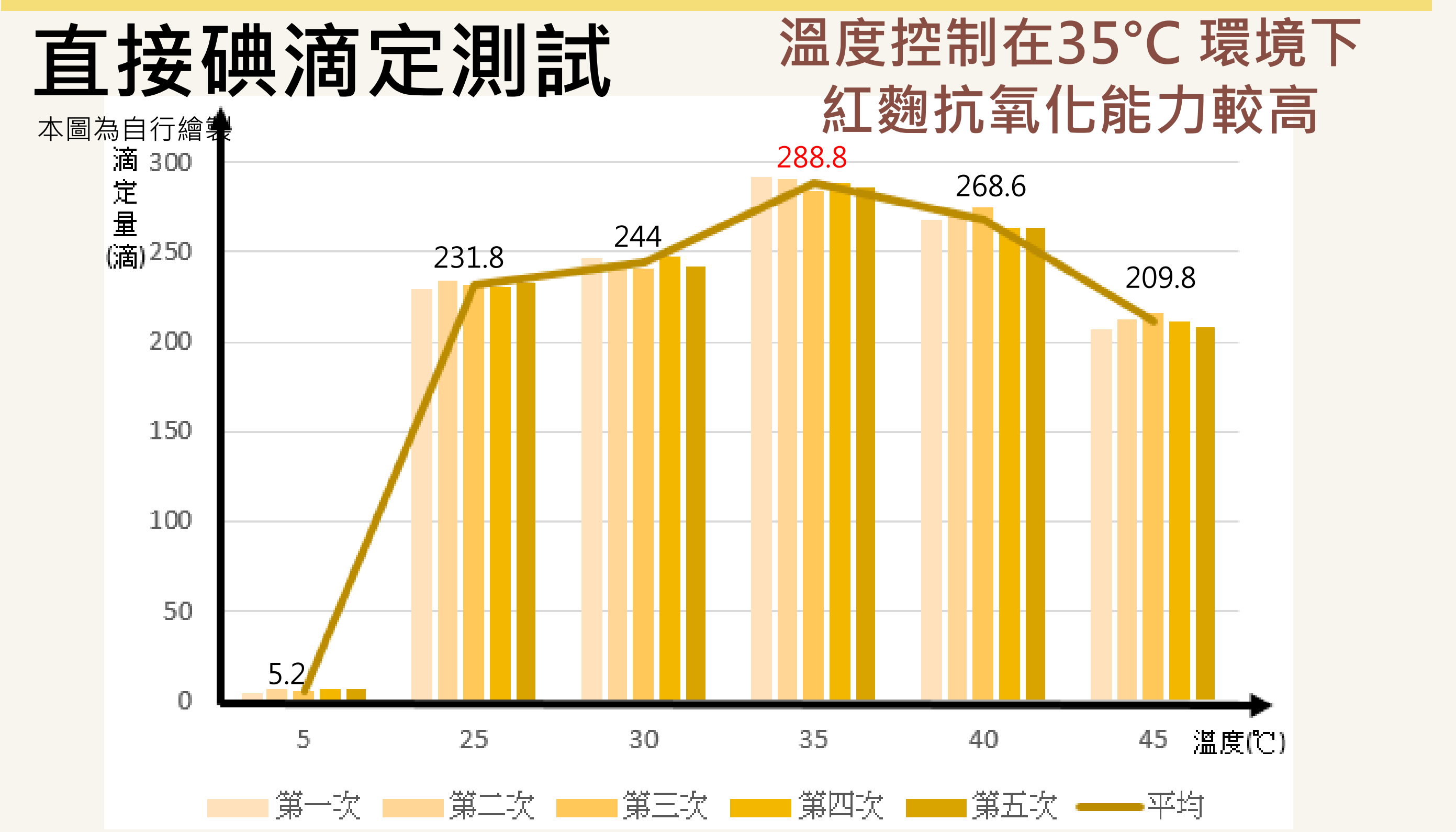
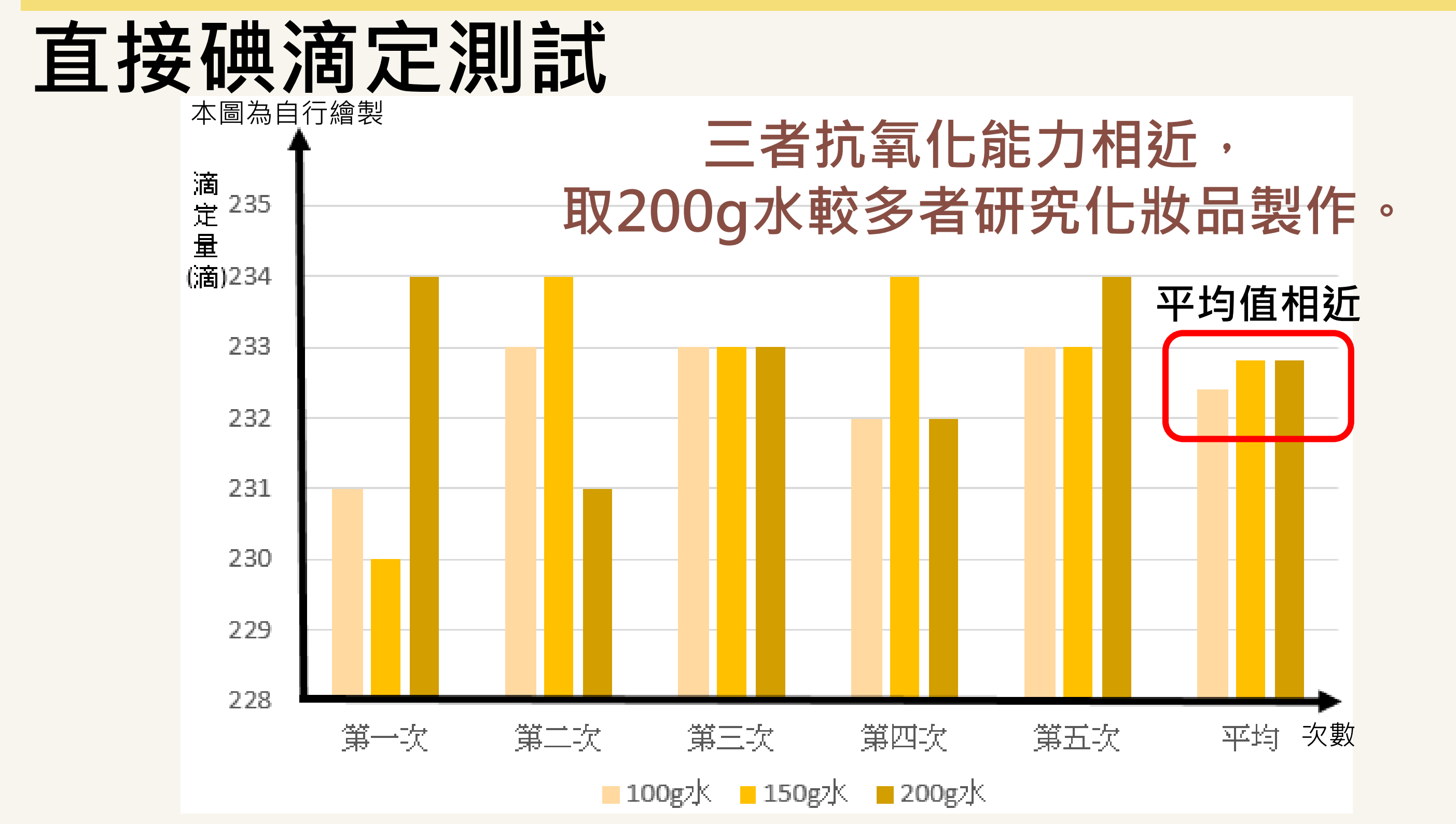
直接碘滴定測試

本圖為自行繪製



實驗四 不同水量 對紅麴發酵之抗氧化成效

實驗五 不同溫度 對紅麴發酵之抗氧化成效



最佳製作方式 圓糯米100克、紅麴米11克、白麴粉0.05克、200克水，35°C發酵七天。

研究結果-檢驗階段

實驗六 檢視自製紅麴與市售紅麴之抗氧化成效

分子生物實驗 (iNOS 免疫螢光染色)

流程說明

人體單核球 (單核球圖片來源：基因線上期刊)

浸泡紅麴一號 | 浸泡市售紅麴

iNOS免疫螢光染色

顯微鏡攝影

實驗結果

單核球上 iNOS 的表現

細胞計數

紅麴種類	可見光	藍染的單核球	綠染的iNOS	iNOS的表現	細胞計數
紅麴一號					12/18 (67%)
市售紅麴					19/20 (95%)

單核球細胞經紅麴一號的刺激，iNOS表現量減少。

50 μm

本圖為自行拍攝與製作

iNOS 表達量分析

本圖為自行繪製

紅麴一號的iNOS 表達量較低

項目	表達量
紅麴一號	0.52
市售紅麴	1.32

研究亮點

紅麴一號具有抗氧化能力優於市售紅麴

實驗七 檢視自製紅麴與市售紅麴之抑菌力成效

微生物學抑菌實驗(培養24小時)

金黃色葡萄球菌

本圖為自行拍攝與製作

對照組 (純細菌水) | 紅麴一號 | 市售紅麴

長滿許多菌落 | 無菌落 | 長出些許菌落

大腸桿菌

本圖為自行拍攝與製作

對照組 (純細菌水) | 紅麴一號 | 市售紅麴

長滿許多菌落 | 無菌落 | 長出些許菌落

研究亮點

紅麴一號具有抑菌力

研究結果-應用階段

實驗八 自製簡易紅麴保濕化妝水

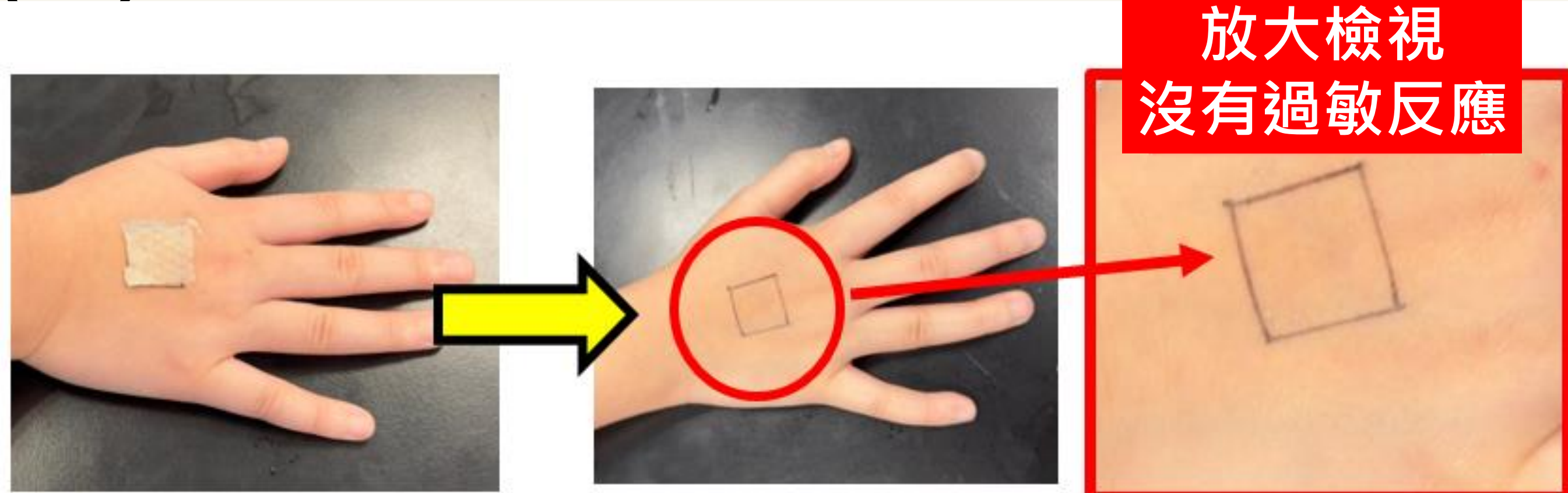
(知名化妝水含1,3-丁二醇，具防腐功能。)

(一) 耐用度測試

編號	A	B	C
1,3-丁二醇濃度	1%	5%	10%
發霉天數	22	63	無發霉 (超過7個月)

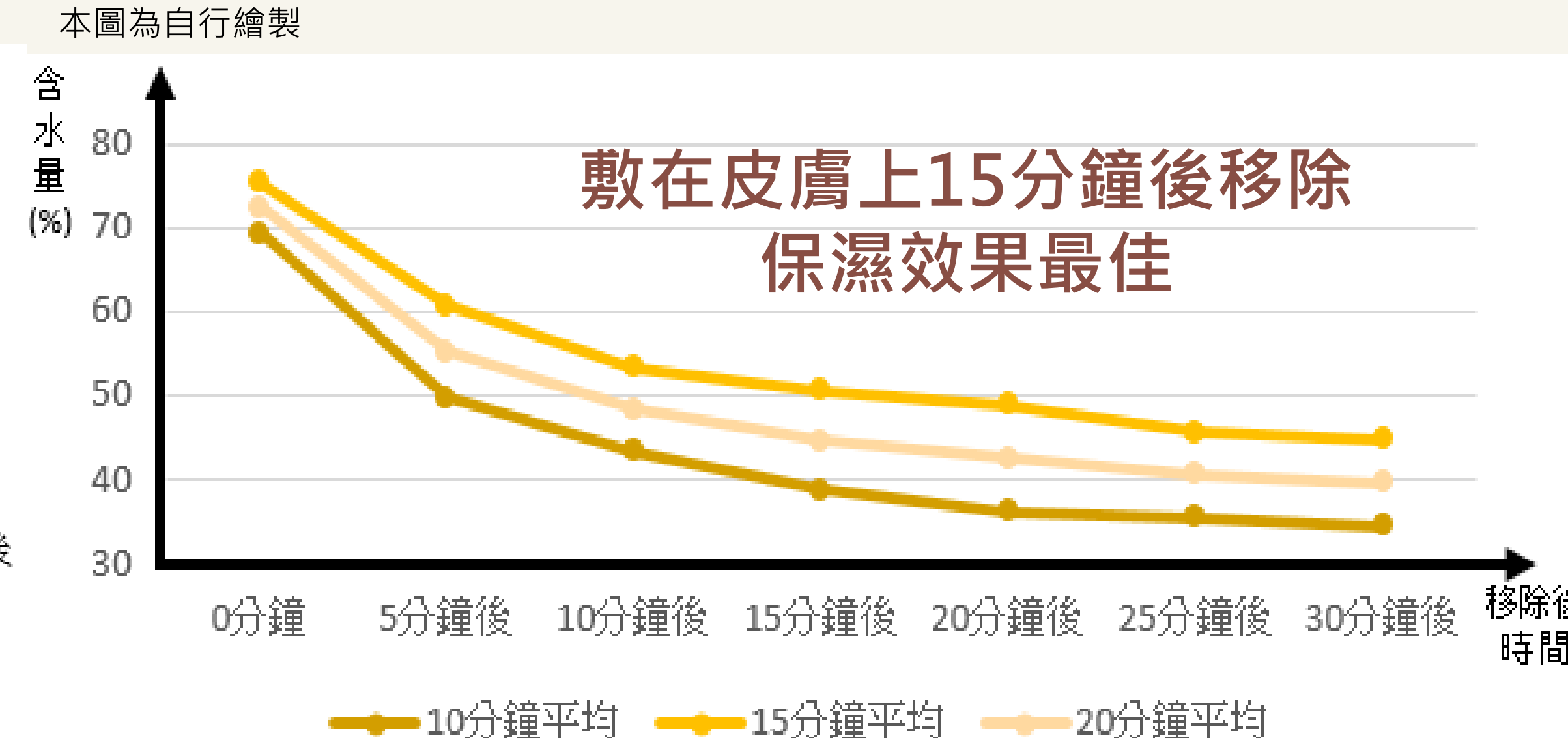
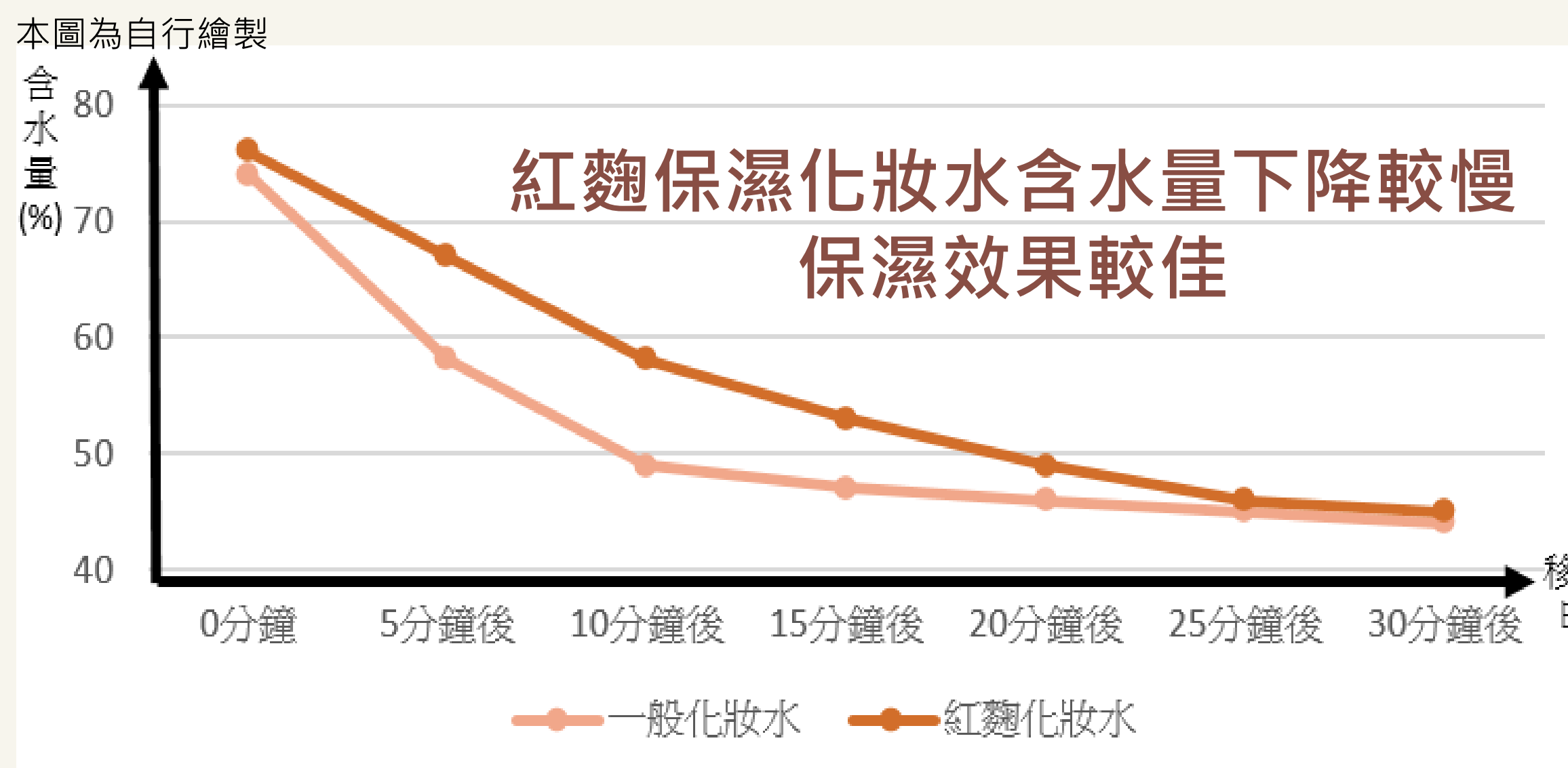
添加 10%的1,3-丁二醇 有效提升耐用度

(二) 皮膚過敏測試 本圖為自行拍攝與製作



觀察5分鐘，肌膚皆無泛紅或搔癢的現象。
代表紅麴保濕化妝水不會對皮膚造成過敏。

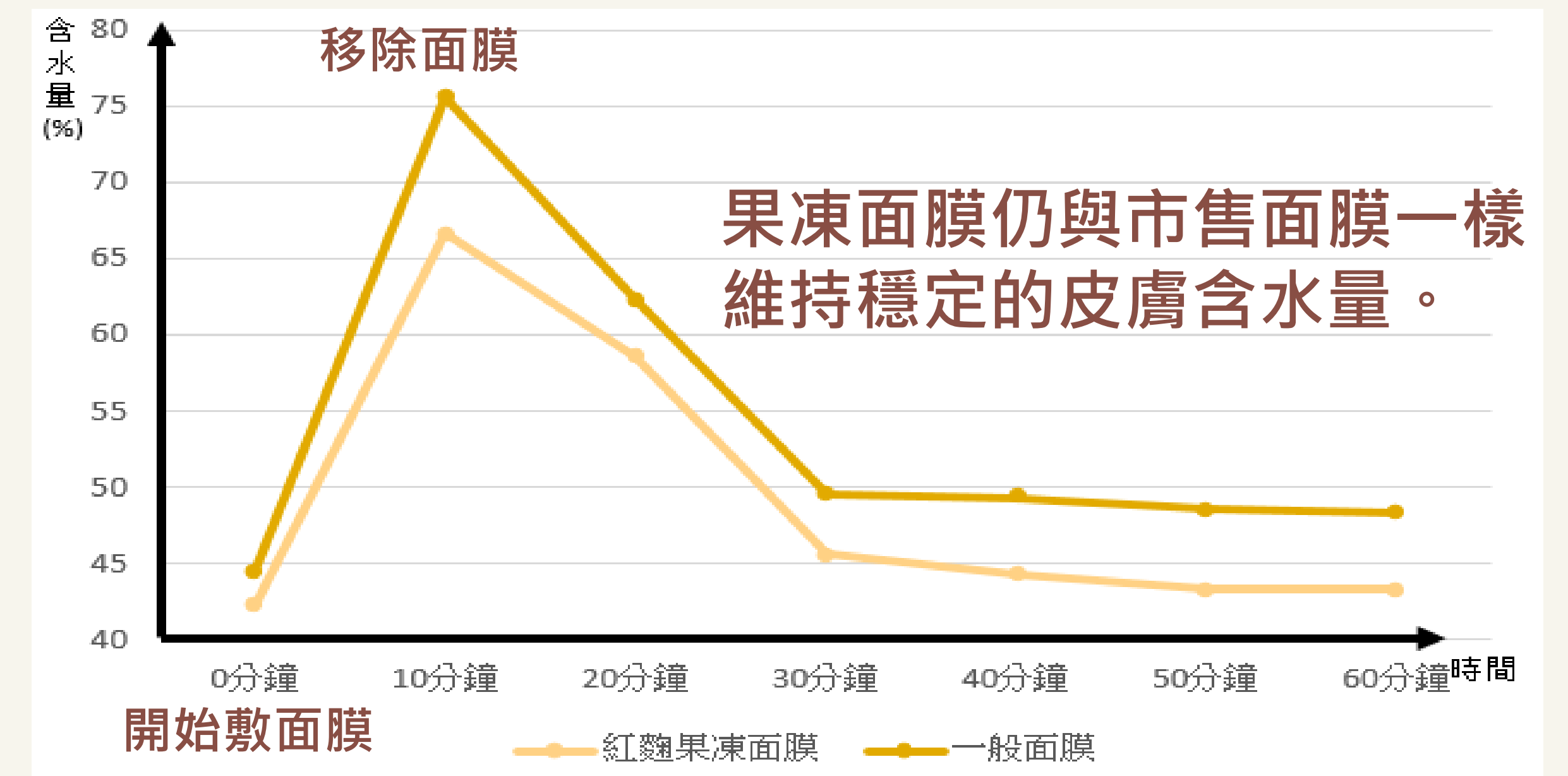
(三) 保濕度測試：使用膚質檢測器 (四) 不同皮膚接觸時間對皮膚影響



實驗九 自製紅麴果凍面膜 本圖為自行拍攝與製作



保濕度測試 - 與市售面膜比較 本圖為自行繪製



紅麴一號製程專利申請中

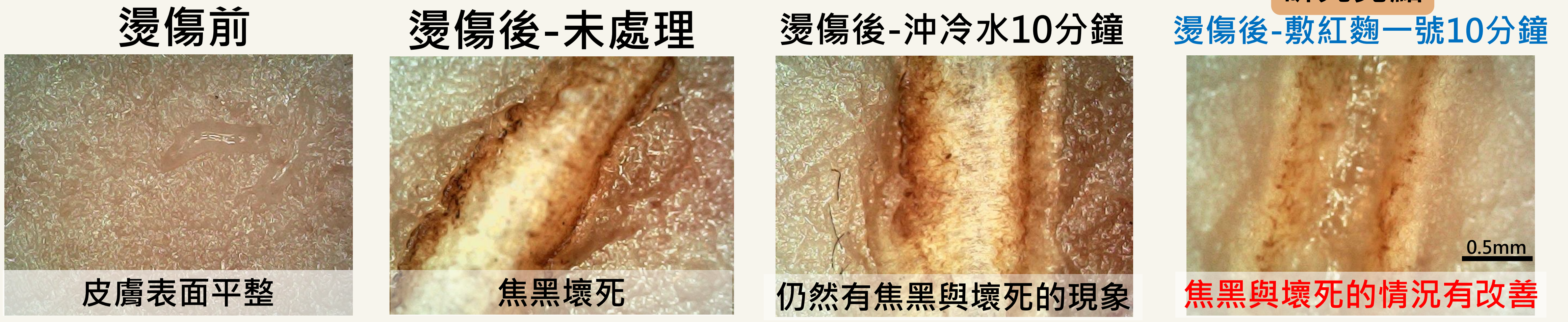
【發明摘要】

【中文發明名稱】 紅麴發酵液之製法與用途

【英文發明名稱】 PREPARATION METHOD FOR RED YEAST FERMENTED LIQUID AND USE THEREOF

【中文】
本發明提供一種紅麴發酵液之製法，包含：齊備步驟：加熱一生圓糯米和水之混合物後，獲得一米源；紅麴製備步驟：混合一紅麴米和水，以獲得一紅麴混合物；其中，以所述生圓糯米為100克為基準，所述紅麴米為10克至20克；混合步驟：混合所述米源、所述紅麴混合物、一白麴粉和水，以獲得一待發酵混合物；發酵步驟和分離步驟，以獲得一上清液，且所述上清液為所述紅麴發酵液。本發明之紅麴發酵液具有優異的抗氧化能力。本發明另提供一種紅麴發酵液之用途。

燙傷貼皮實驗 本圖為自行拍攝與製作



討論

紅麴一號與市售化妝品價格比較

化妝品項目	知名化妝品牌A	知名化妝品牌B	紅麴一號
化妝水(100ml)	1738元	268元	69.38元
面膜(一片)	180元	26.4元	14.304元

※紅麴一號製作化妝品價格低，可在家製作，解決臺灣稻米過剩。

結論

本研究成功開發了紅麴的應用產品，並可以大量推廣DIY製作。

- 一、紅麴一號具抗氧化與抑菌力效果，目前已申請專利。
- 二、紅麴一號沒有黃麴毒素和橘黴素。
- 三、紅麴一號可製作保濕化妝水與果凍面膜，具商品化潛力。
- 四、提供醫療機構燒燙敷料研究，對燒燙傷患者有幫助。

參考文獻-請詳閱報告書內容