

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

第二名

探究精神獎

080203

見「色」思「期」－建立擴增實境(AR)顏色標
籤－利用常見指示劑變色製作複合資訊標籤之
可行性研究

學校名稱：臺中市太平區新平國民小學

作者： 小六 劉芷言 小六 陳韋甯 小六 顏醞泠 小五 石雅青	指導老師： 顏弘志
---	--------------

關鍵詞：擴增實境(AR)、指示劑、變色標籤

摘要

物品的日期標籤一直是消費者了解商品可實用的重要資訊來源，但有時文字不易識別。有些標籤顯示期限，卻不能真實偵測商品恆溫運送與新鮮度。本研究企圖利用日常生活常見指示劑，透過控制變色條件，建構隨時間、溫度變色的變色標籤並結合手機擴增實境 APP，增加使用者方便性。結果發現，加入酵母菌與白砂糖後的發酵過程，能改變與穩定酸鹼指示劑的變色時間。紫色高麗菜汁與本氏液，在調整添加物的比例後，還能控制變色時間與溫度。在製成新鮮度標籤上，以玻璃紙隔開食物較為合適。我們成功完成提供複合資訊的變色標籤，包括：冷藏食品標籤、冷鏈監測標籤、常溫監測標籤等三種標籤，透過連結手機擴增實境 APP 隨時了解變色標籤顏色所代表的訊息。

壹、研究動機

在以前，有很多人去超商購買生鮮食品時，會先查看食品的有效日期，但有些日期印的很小，不容易觀看。又或者有時店員要去除到期商品必須要一個個去看非常的不方便。心想若能用顏色代表商品日期，豈不是一目了然。還有一些商品須全程冷藏，但有時一個疏忽商品某個時間處於常溫之下而損壞，但消費者並不知道，讓消費者收到不新鮮的食物，若有顏色標籤可顯示商品是否保於冷鏈環境，又或者能讓人們看出食物的新鮮度。於是，我們在網路上看到有人發明出了智慧變色標籤，變色標籤可以藉著標籤的顏色變化來觀察食物的日期或新鮮度的狀況，可惜的是智慧變色標籤只發行在國外，且價格昂貴，也沒清楚的標示作法及材料。於是，我們想到指示劑本會因環境變色，也許可以製作較便宜且可以變色的標籤，做出能隨著時間的流逝、隨著溫度升高而觀察食物新鮮度情形的智慧變色標籤，進而不讓消費者購買到腐敗、不能吃的食物，之後，我們還想要利用現代科技—擴增實境來讓使用者更方便使用。

貳、研究目的

目的一：了解常見指示劑變色的顏色與可能控制變色時間的方法

- 實驗一：文獻探討：探討變色標籤的相關理論
- 實驗二：比較不同溫度(冰箱、室溫)下紫色高麗菜汁的顏色及PH值變化
- 實驗三：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在紫色高麗菜汁(含酵母粉)中隨時間的顏色變化
- 實驗四：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在溴瑞香草藍液(含酵母粉)中隨時間的顏色變化
- 實驗五：比較不同葡萄糖的量(0、1、5 克)及溫度(10、30、50 度C)對本氏液隨時間的顏色變化
- 實驗六：比較不同葡萄糖的量(0、1、5、10、20 克)及溫度(10、20、30、40、50 度C)對本氏液隨時間的顏色變化
- 實驗七：比較不同葡萄糖的量(6、8、12、14、16、18 克)及溫度(20、30 度C)對本氏液隨時間的顏色變化

目的二：了解各種自行設計變色標籤變色在不同溫度與時間的變色情況

- 實驗八：比較 30 度C 下，是否加入酵母粉與白砂糖對自製紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響
- 實驗九：比較 10 度C 下，是否加入酵母粉與白砂糖對自製紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響
- 實驗十：比較 10 度C 與 30 度C 下，加入不同比例酵母粉與白砂糖對瑞香草蘭液變色標籤(不織布)變色的影響
- 實驗十一：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與豬肉片間隔隨溫度與時間的顏色變化
- 實驗十二：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與青菜葉間隔隨溫度與時間的顏色變化
- 實驗十三：比較在不同溫度下，本氏液加入自製變色標籤(葡萄糖果凍)隨時間的顏色變化
- 實驗十四：比較在不同溫度下，葡萄糖加入自製變色標籤(本氏液果凍)隨時間的顏色變化

目的三：討論各式標籤的應用與結合擴增實境(AR)辨識技術的可行性



- 實驗十五：討論各式自製變色標籤的應用環境
- 實驗十六：結合擴增實境(AR)辨識技術的測試
- 實驗十七：討論多向度資訊結合變色標籤的組合與應用
- 實驗十八：建立複合資訊擴增實境(AR)變色標籤

參、研究設備與器材



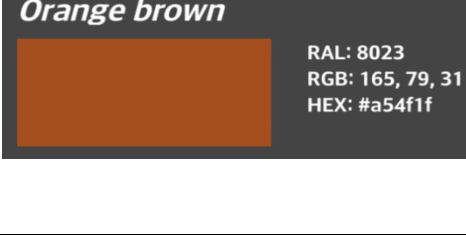
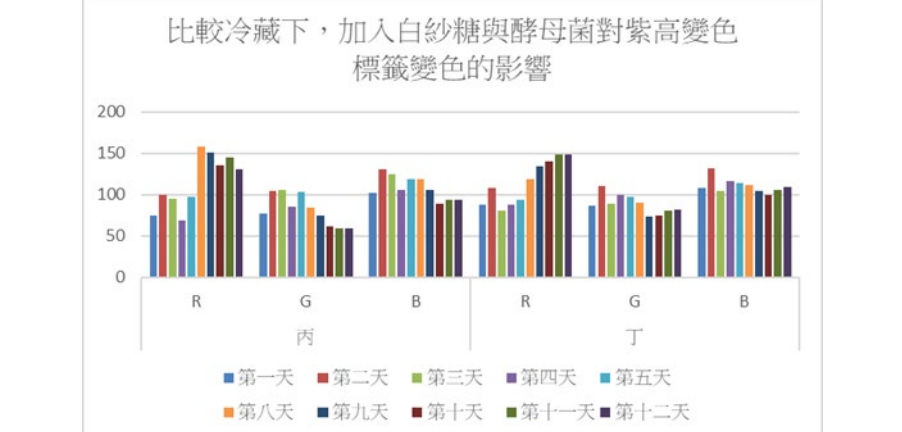
					
葡萄糖、嗅瑞香草藍	本氏液、白糖	酵母粉、漱口杯、培養皿			
					
500ml 燒杯、250ml 燒杯 量杯、小湯匙	攪拌棒、PH 儀、滴管、恆 溫控制器	廣用試紙、100 毫升塑膠 杯			
					
夾鏈袋、棉片、洋菜粉	濾網、電子秤	手機、熱水器			

肆、研究過程與方法

一、紫色高麗菜汁製作過程與方法

	
1. 將紫色高麗菜撕成碎片並 加入 500 克的熱水	2. 待冷卻後加入漱口杯並觀 察顏色的變化

二、顏色辨識：RGB 三原色採樣過程與方法

	
<p>1. 架好拍攝架並把實驗結果夾在架子上</p>	<p>2. 用手機對變色標籤拍照</p>
	
<p>3. 點選 Color Picker 的 APP</p>	<p>4. 點選 RGB 紀錄 RGB 數據</p>
<p>5. 圖表分析：了解三原色隨時間變化情形</p>	
	

三、實驗步驟

實驗一：文獻探討：探討變色標籤的相關理論

1. 搜尋網路上或書籍的相關資料
2. 把搜尋到的相關資料分類、整理
3. 把整理好的資料編輯、撰寫出來
4. 試做變色標籤，把試做變色標籤的過程整理出來

實驗二：比較不同溫度(冰箱、室溫)下紫色高麗菜汁的顏色及 PH 值變化

1. 取 300 克的紫色高麗菜葉片加入 1000 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁
2. 將泡好的紫色高麗菜汁每 80 毫升放入廣口瓶內共 10 杯的紫色高麗菜汁
3. 在冰箱及室溫各放進 5 杯無蓋的紫色高麗菜汁
4. 用肉眼觀察數天之內紫色高麗菜汁的顏色變化和用廣用試紙測紫色高麗菜汁的 PH 值並做記錄

實驗三：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在紫色高麗菜汁(含酵母粉)中隨時間的顏色變化

1. 取 500 克的紫色高麗菜葉片加入 1500 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁

2. 將泡好的紫色高麗菜汁分成每 500 毫升 1 杯分別在 3 杯內加入 5 克、4 克、3 克的白砂糖及 1 克的酵母粉並將水 500 毫升加入 5 克的白砂糖及 1 克的酵母粉
3. 把紫色高麗菜汁和水每 100 毫升放入廣口瓶中並在 10 度的冰箱及 30 度的室溫放進各 2 杯紫色高麗菜汁
4. 用肉眼觀察數天之內紫色高麗菜汁及水的顏色變化和用 PH 儀測紫色高麗菜汁的 PH 值並做記錄

實驗四：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在溴瑞香草藍液(含酵母粉)中隨時間的顏色變化

1. 將 400 毫升的水加入 20 毫升的溴瑞香草藍用同樣的方法做出 3 杯溴瑞香草藍
2. 在其中 2 杯溴瑞香草藍分別加入 5 克、1 克的白砂糖及 1 克的酵母粉
3. 把加入白砂糖、酵母粉的溴瑞香草藍及都不加的溴瑞香草藍每 100 毫升放入廣口瓶內並在 10 度的冰箱及 30 度的室溫放進各 2 杯的溴瑞香草藍
4. 智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 14 天之內溴瑞香草藍的顏色變化和用 PH 儀測溴瑞香草藍的 PH 值並做記錄

實驗五：比較不同葡萄糖的量(0、1、5 克)及溫度(10、30、50 度 C)對本氏液隨時間的顏色變化

1. 將 500 毫升的水加入 50 毫升的本氏液
2. 把本氏液每 100 毫升分成 1 杯分成 4 杯各加入 0 克、1 克、5 克、10 克的葡萄糖並分成 5 袋
3. 在 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度的恆溫器中各放入 1 袋本氏液
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 14 天之內本氏液的顏色變化

實驗六：比較不同葡萄糖的量(0、1、5、10、20 克)及溫度(10、20、30、40、50 度 C)對本氏液隨時間的顏色變化

1. 將 500 毫升的水加入 100 毫升的本氏液
2. 把本氏液每 100 毫升分成 1 杯分成 4 杯各加入 0 克、1 克、5 克、10 克的葡萄糖並分成 5 袋
3. 在 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度的恆溫器中各放入 1 袋本氏液
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 8 小時之內本氏液的顏色變化

實驗七：比較不同葡萄糖的量(6、8、12、14、16、18 克)及溫度(20、30 度 C)對本氏液隨時間的顏色變化

1. 將 500 毫升的水加入 100 毫升的本氏液
2. 把本氏液每 100 毫升分成 1 杯分成 4 杯各加入 2 克、3 克、4 克葡萄糖並分成 5 袋
3. 在 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度的恆溫器中各放入 1 袋本氏液
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 8 小時之內本氏液的顏色變化

實驗八：比較 30 度 C 下，加入酵母粉對自製紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響

1. 取 300 克的紫色高麗菜葉片加入 100 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁
2. 將 10 塊小不織布浸泡到紫色高麗菜汁，分別加入調製好不同比例的酵母粉與白砂糖。

3. 把浸泡過紫色高麗菜汁的不織布放到夾鏈袋中 30 度的恆溫盒放進各 5 袋的不織布
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 14 天之內紫色高麗菜汁的顏色變化

實驗九：比較 10 度 C 下，是否加入酵母粉與白砂糖對自製紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響

1. 取 300 克的紫色高麗菜葉片加入 100 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁
2. 將 10 塊小不織布浸泡到紫色高麗菜汁，，分別加入調製好不同比例的酵母粉與白砂糖。
3. 把浸泡過紫色高麗菜汁的不織布放到夾鏈袋中並在 10 度的冰箱放進各 5 袋的不織布
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 14 天之內紫色高麗菜汁的顏色變化

實驗十：比較 10 度 C 與 30 度 C 下，加入不同比例酵母粉與白砂糖對瑞香草蘭液變色標籤(不織布)變色的影響

1. 取 300CC 的溴瑞香草藍液加入不同比例酵母粉與白砂糖
2. 將 12 塊小不織布浸泡到紫色高麗菜汁，，分別加入調製好不同比例的酵母粉與白砂糖。
3. 把浸泡過紫色高麗菜汁的不織布放到夾鏈袋中並在 10 度的冰箱與 30 度恆溫器各放進 6 袋的不織布
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 4 天之內溴瑞香草藍標籤的顏色變化

實驗十一：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與豬肉片間隔隨溫度與時間的顏色變化

1. 取 150 克的紫色高麗菜葉片加入 500 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁
2. 將豬肉片裁切成小塊放到並以玻璃紙、影印紙、描圖紙包起來並放到夾鏈袋中
3. 把 12 塊小不織布浸泡到紫色高麗菜汁
4. 將浸泡過紫色高麗菜汁的不織布放到夾鏈袋中，並在 10 度的冰箱及 30 度的室溫放進各 6 袋
5. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 6 天之內不織布的顏色變化

實驗十二：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與青菜葉間隔隨溫度與時間的顏色變化

1. 取 150 克的紫色高麗菜葉片加入 500 毫升 100 度的熱水泡成紫色高麗菜汁
2. 將青菜葉裁切成小塊放到並以玻璃紙、影印紙、描圖紙包起來並放到夾鏈袋中
3. 12 塊小不織布浸泡到紫色高麗菜汁
4. 浸泡過紫色高麗菜汁的不織布放到夾鏈袋中，並在 10 度的冰箱及 30 度的室溫放進各 6 袋
5. 智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 6 天之內不織布的顏色變化

實驗十三：比較在不同溫度下，本氏液加入自製變色標籤(葡萄糖果凍)隨時間的顏色變化

1. 20 毫升 100 度的熱水加入 15 克的葡萄糖和 2.5 克的果凍粉並分別在 12 個模

- 具中倒入 20 毫升的葡萄糖果凍汁液
2. 冷卻後放到夾鏈袋中並加入 8 毫升的本氏液將葡萄糖果凍分別在 10 度、20 度、30 度、40 度的恆溫器中各放進 3 袋
 3. 慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 7 小時之內葡萄糖果凍的顏色變化

實驗十四：比較在不同溫度下，葡萄糖加入自製變色標籤(本氏液果凍)隨時間的顏色變化

1. 將 250 毫升 100 度的熱水加入 50 毫升的本氏液和 2.5 克的果凍粉並分別在 12 個模具中倒入 20 毫升的本氏液果凍汁液
2. 用 15 克的葡萄糖加上 60 毫升的水泡成糖水
3. 靜待冷卻後放到夾鏈袋中並加入 8 毫升葡萄糖將本氏液果凍分別在 10 度、20 度、30 度、40 度的恆溫器中各放進 3 袋
4. 用智慧型手機拍攝照片用 APP 採取 RGB 並肉眼觀察 7 小時之內本氏液果凍的顏色變化

實驗十五：討論各式自製變色標籤的應用環境

1. 將所有實驗結果呈現，並討論每一種標籤的優缺點與特性
2. 將討論結果分類
3. 將分類結果製表，說明每種標籤的適用性
4. 提出變色標籤的使用建議

實驗十六：變色標籤結合擴增實境(AR)辨識技術的可行性測試

1. 搜尋市面常見的 AR 辨識軟體
2. 選擇三種軟體安裝於行動載具並測試不同顏色辨識能力
3. 討論並提出建議

實驗十七：討論多向度資訊結合變色標籤的組合與應用

1. 討論不同標籤使用的時機是否有可能結合
2. 將可能的不同變色標籤組合討論使用的方法
3. 將這些組合列出並分析優缺點與如何使用

實驗十八：建立複合資訊擴增實境(AR)變色標籤

1. 將前面討論的不同標籤建構出複合式標籤
2. 使用桌上擴增實境軟體 MAKAR 建構不同顏色意義
3. 測試 MAKAR 手機端辨識效果，並提出建議

伍、研究結果

實驗一：文獻探討：探討變色標籤的相關理論

1. 物質受環境影響的變化—

許多物質會受環境改變產生變化。有的是顏色的變化，大部份的物質受熱後溫度會升高，體積、形狀或性質都有可能部分的改變。大部分物體受熱後會膨脹，遇冷時則會收縮。但有少數物質具有熱縮冷脹的特性，例如：生鐵、錒、鉛…等。有些物質則會受環境的酸鹼性而有變化，如：本氏液、嗅瑞香草藍、紫色高麗菜汁……等。

2. 常見指示劑

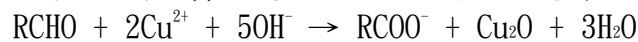
(1) 本氏液

本氏液又稱本尼迪克試劑。而這是一種淺藍色的化學試劑，它會隨著溫度、時間而改變顏色。它是檸檬酸鈣、硫酸銅、無水碳酸鈉，所製成的淺藍色溶液。主要檢測除蔗糖以外的還原性糖。檢測方式將樣本溶於水中加入少量的本氏液，搖均後在沸水中加熱，溫度和時間控制十分重要，因為銅離子在不同溫度下會有不同顏色。期間若樣本中含有還原性糖，溶液將顯現磚紅色的沉澱物，不同糖的濃度會有不同顏色(如圖一)，這是因為本氏液含有硫酸銅，還原糖會將硫酸銅中的二價銅離子(Cu²⁺)還原成一價銅離子(Cu⁺)，並以氧化亞銅(Cu₂O)的形式沉澱出來。本氏液主要用來檢測還原性糖。如果溶液中的還原糖含量較低，產生的氧化亞銅也會相應減少，所以實驗後可能只出現了藍綠色系的本氏液。



圖一

本氏液主要用來檢測還原性糖。如果溶液中的還原糖含量較低，產生的氧化亞銅也會相應減少，所以實驗後可能只出現了藍綠色系的本氏液。



(2) 紫色高麗菜

紫高麗菜又稱紫甘藍、赤球甘藍、紫椰菜，原產地是中海到北海沿岸。紫色高麗菜的天然或人工色素的顏色會隨著溶液的PH質的多寡而產生不同的顏色，常用來指示溶液的酸鹼性。(如圖二，依鹼性水溶液、酸性水溶液、中性水溶液而排列。)酸鹼指示劑是一種弱酸或弱鹼的染料，能在不同酸鹼中呈現不同顏色。



圖二

指示劑本身與解離後產生的原子離子團，需要有不同的顏色分別，色差越大越好。指示劑的解離與 pH 值有很大的關係。為什麼指示劑會改變顏色呢?大多數指示劑分子結構都很複雜，以 HIN 來表示指示劑分子。「HIN 分子呈現一種顏色，失去 H⁺後變成 IN⁻，IN⁻離子則呈現另一種顏色」，其通式如下：



紫色高麗菜所含花青素為天然色素，會與 H⁺氫離子或 OH⁻氫氧離子結合，顯示出不同的色澤，使花青素在不同 pH 值下呈現不同的顏色，因此可以用來

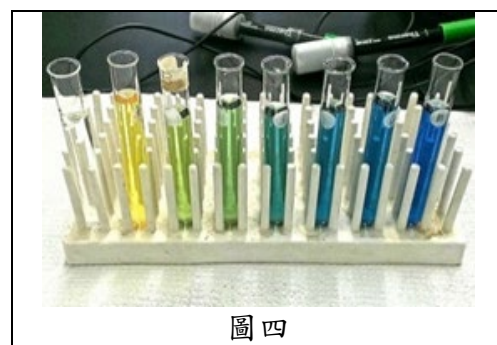
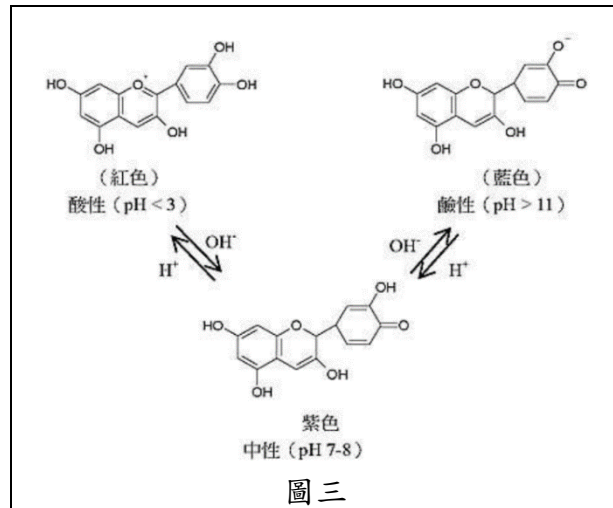
做為天然的酸鹼指示劑 (Acid-base indicator)。所以會隨著身處環境的酸鹼值而有所變化，從紅色到紫色、再到藍色(如圖三)。

(3) 其他酸鹼指示液

酸鹼指示液又稱氫離子濃度指示劑、PH指示劑，而它是用來測試PH值的化學試劑。而他是弱酸或弱鹼，滴入溶液時，會轉化成相應的酸式或鹼式。酚酞在Ph小於8.2到0時為無色，在強酸體中顯示橙黃色。溴瑞香草藍是一種指試劑，變色情形由透明至黃色到綠色最後則是藍色(如圖四)。

4. 介紹變色標籤

國外的變色標籤是一種很非常昂貴的東西，但是是一種非常方便的東西，而它的用途有：能清楚知道食物的新鮮程度、腐敗的情形，現在許多商家謊報食物的有效日期使消費者吃到可能以經壞掉的食品，也使現在的消費者擔心買到的食品謊報有效日期，這時就可以利用變色標籤來分別食物的新鮮程度……等用途。常購買食品的我們，一直以來都依賴包裝上的有效日期。不過你不會覺得很麻煩嗎？因為每次要看有效日期的時候，還得先把商品拿起來看，找了半天或許都還沒找到呢！所以日本的某工作室就發明出了變色標籤，它會隨著時間、溫度……等，而改變顏色。蘇格蘭則發明的是會因為包裝中的二氧化碳、溫度變化而變色。本標籤擁有特殊塗層所以能因為氨氣濃度的變化進而變色。圖五的智能變色標籤會因食品包裝內溫度、氣體等變化，進而達到變色效果，可作為食品新鮮度的辨識之用。圖六是由 Insignia Technologies 所開發的變色標籤，這款標籤上共有三個區塊，分別是「剛開封(Just Open)」、「盡快食用(Use Soon)」和「已過最佳食用期(Past Best)」。將食物打開後，隨著時間，標籤上的顏色也會從淡橘色漸漸變成紫色，讓保存的狀態一目了然。智能變色標籤在包裝中不同溫度與氣體變化下會呈現出不同的顏色變化，消費者只要留意標籤顏色就能知道食品的新鮮情形！圖七是由中國北京大學



圖四



圖五



圖六



圖七

研究者張朝研發了一款智慧標籤。當標籤顏色出現紅色時，表示食物非常新鮮，可以安心食用；隨著時間的流逝，顏色變成橘色或黃色時就要趕快食用，一旦變成綠色，代表食物已腐敗，不可食用。

3. COLOR PICKER

製作照片並檢測任何觸摸點的顏色。在RAL系統中顯示十六進制代碼，RGB值RAL系統代碼甚至顏色名稱。該應用程序將顯示每種顏色的三個結果：RGB：獲得的顏色的紅色，綠色和藍色的數量。這些信息完全一樣。值介於0到255之間(如圖8)。在實驗中，可輕易分辨肉眼無法分辨的顏色。

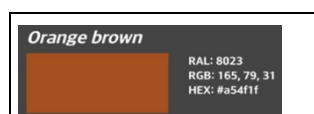


圖 8

4. 擴增實境 (Augmented Reality, 簡稱 AR)

AR 是指透過攝影機影像的位置及角度精算並加上圖像分析技術，讓螢幕上的虛擬世界能夠與現實世界場景進行結合與互動的技術(如圖9)。

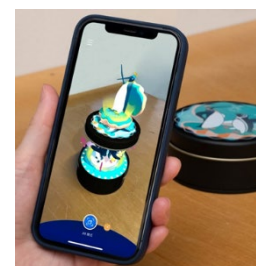


圖 9

圖片引自：

圖 1：<https://docsplayer.com/29979778-%E7%AC%AC3%E7%AB%A0-%E7%94%9F%E7%89%A9%E9%AB%94%E7%9A%84%E7%87%9F%E9%A4%8A.html>

圖 2：<https://kknews.cc/health/krp5xnq.html>

圖 3：<http://gclab.thu.edu.tw/Chem-Eng%20A/10.pdf>

圖 4：<https://www.foodnext.net/science/packing/paper/4111179419>

圖 5：<https://www.bnext.com.tw/article/29940/BN-ARTICLE-29940>

圖 6：<https://www.iqc.com.tw/article/170>

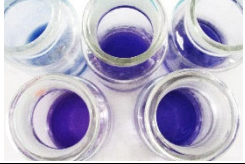

圖 7：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BA%B4%E7%99%BE%E9%87%8C%E9%85%9A%E8%9>

圖 9：

<https://news.openpoint.com.tw/v1/article?id=b29444c9a90b5e45f8e8a39e24277cc53ddcc9a32ffd45223ccc17e56d4ecffa>

實驗二：比較不同溫度(冰箱、室溫)下紫色高麗菜汁的顏色及 PH 值變化表、比較不同溫度(冰箱、室溫)下紫色高麗菜汁的顏色及 PH 值變化

溫度 天數	冰箱			室溫		
	顏色		PH 值	顏色		PH 值
1	紫		7	紫		7
2	藍		7	酒紅		6
3	藍		6	棕		5

6	藍		6	棕		4
7	藍		6	(發霉)		無法測量
8	藍		6	(發霉)		無法測量
9	藍		6	(發霉)		無法測量
10	藍		6	(發霉)		無法測量







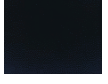





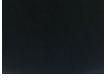


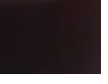


冰箱約 10 度 C、室溫約 30 度 C

實驗結果：

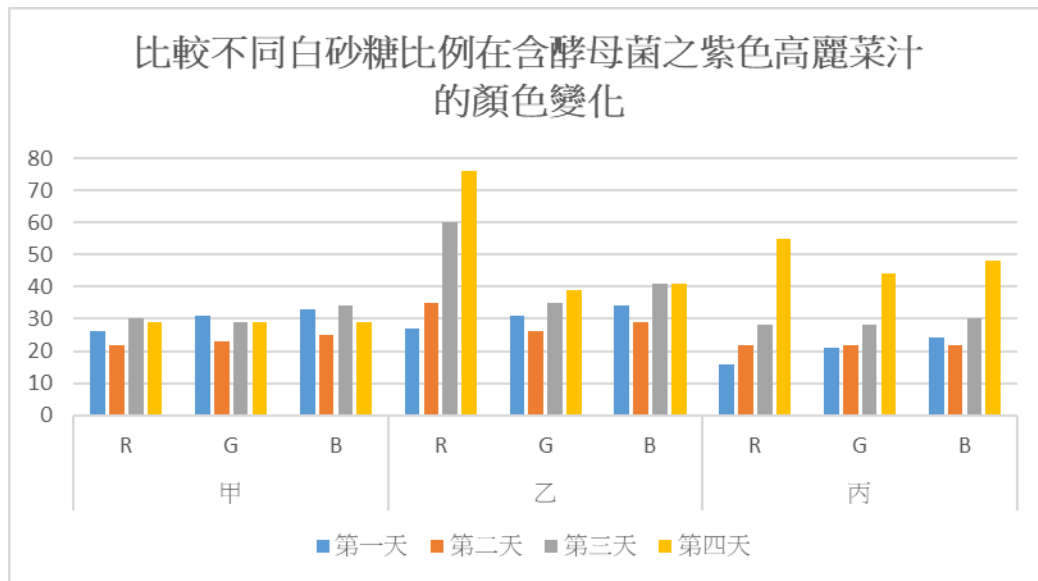
結果發現，冰箱中的紫色高麗菜汁其顏色與 PH 值隨時間沒有太大變化，但室溫中的紫色高麗菜汁會隨時間有明顯顏色變化，且 PH 值隨時間也會降低。

實驗三：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在紫色高麗菜汁(含酵母粉)中隨時間的顏色變化

表、比較在室溫下，加入不同量白砂糖在紫色高麗菜汁(含酵母粉)中隨時間的顏色變化

配置	天數	1	2	3	4	7	8
甲 紫色高麗菜汁							
乙 紫色高麗菜汁 酵母粉 0.25g 白砂糖 0.25g							
丙 紫色高麗菜汁 酵母粉 0.25g 白砂糖 1.25g							

室溫約 20 度 C



實驗結果

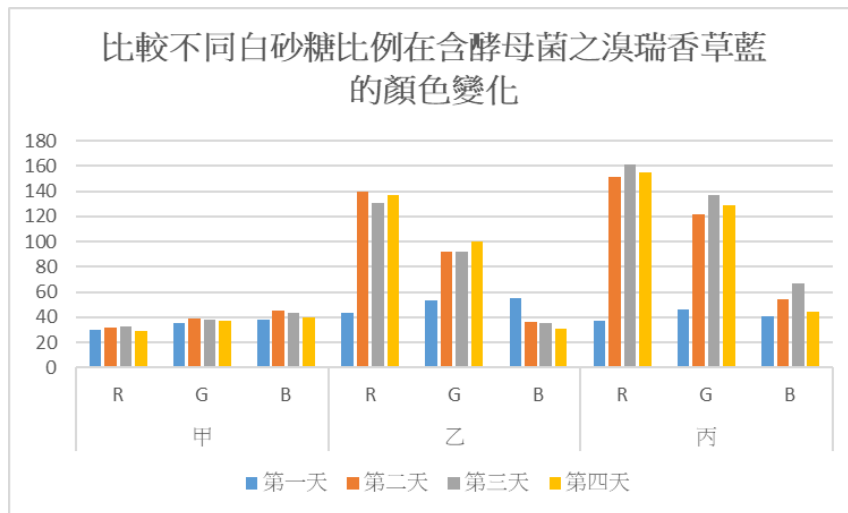
結果顯示，在室溫 20 度 C 時加有酵母粉與白砂糖後，因為發酵作用產生二氧化碳與酒精，由於二氧化碳在水中會形成碳酸使液體酸化，而酒精會抑制其他菌種生長避免其他細菌滋生，此時紫色高麗菜汁變色速度會變穩定且受控制，能隨時間有一定的顏色變化。有時在肉眼觀察時不容易辨識的顏色變化，但利用 Color Picker APP 檢視可以明顯區別，其中 RGB 三原色以紅色變化較明顯。所以可以利用資訊取劑取代肉眼辨識顏色是較好的方向。

實驗四：比較在室溫下，加入不同量白砂糖在溴瑞香草藍液(含酵母粉)中隨時間的顏色變化

表、比較含酵母粉之溴瑞香草藍液加入不同量的白砂糖在室溫下的顏色變化

配置	天數	1	2	5
甲 溴瑞香草藍液				
乙 溴瑞香草藍液 酵母粉 0.25g 白砂糖 0.25g				
丙 溴瑞香草藍液 酵母粉 0.25g 白砂糖 1.25g				

室溫約 30 度 C


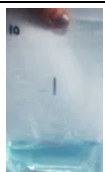



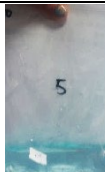




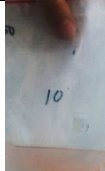
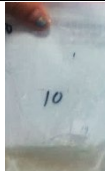
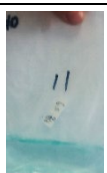





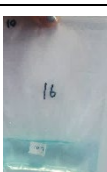


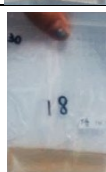




實驗結果：

結果顯示，溴瑞香草藍液在加入酵母粉與白砂糖發酵後，室溫下(30 度 C) 只要一天就有明顯變化。

**實驗五：比較不同葡萄糖的量(0、1、5 克)及溫度(10、30、50 度 C)對本氏液
隨時間的顏色變化**

表、比較不同葡萄糖比例及溫度對本氏液的顏色變化

溫度	10 度 C		30 度 C		50 度 C	
時間 葡萄糖	4 時後	24 後	4 時後	24 後	4 時後	24 後
0g						
1g						
5g						
10g						

實驗結果：

結果顯示，本氏液在不加葡萄糖的情況下，10~50 度都是不變色的。加入葡萄糖後，隨著葡萄糖、溫度或時間增加都會增加變色的機會。以葡萄糖的量與時間來說，加入 1 克葡萄糖的本氏液在 10 度 C 下，等候 24 小時後都仍不會變色，但加入 5 克或 10 克葡萄糖的本氏液在 4 小時不變色，但 24 小時後則明顯變色。以葡萄糖的量與溫度來說，加入 5 克或 10 克葡萄糖的本氏液在 10 度 C 時，須等 24 小時後才變色，但若在 30 度 C 與 50 度 C 下，4 小時即變色。而加入 1 克葡萄糖的本氏液，只有在 50 度 C 下，一天(24 時)後才變色。

實驗六：比較不同葡萄糖的量(0、1、5、10、20 克)及溫度(10、20、30、40、50 度 C)對本氏液隨時間的顏色變化

實驗設計：

表、實驗設置代號

葡萄糖 溫度	0 克	1 克	5 克	10 克
10 度 C	1	6	11	16
20 度 C	2	7	12	17
30 度 C	3	8	13	18
40 度 C	4	9	14	19
50 度 C	5	10	15	20

表、比較不同葡萄糖比例及溫度對本氏液的顏色變化

時間 編號	8:10	9:20	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10
1 ^o							
2 ^o							
3 ^o							
4 ^o							
5 ^o							
6 ^o							
7 ^o							
8 ^o							
9 ^o							
10 ^o							
11 ^o							
12 ^o							
13 ^o							
14 ^o							
15 ^o							
16 ^o							
17 ^o							
18 ^o							
19 ^o							
20 ^o							

表、一小時後可見變色現象表

葡萄糖 溫度	0 克	1 克	5 克	10 克
10 度 C				
20 度 C				*
30 度 C			*	*
40 度 C		*	*	*
50 度 C		*	*	*

紅色*號表示肉眼可辨識變色現象

實驗結果

結果發現，本氏液會不會變色以及變色的快慢受到溫度與葡萄糖多寡的影響。若要控制本氏液在不同溫度下一小時後變色，則可透過改變葡萄糖的量。例如：加入 10 克葡萄糖，本氏液在 20 度 C 下，一個小時後會變色，若加入 5 克葡萄糖，本氏液在 30 度 C 下，一個小時後會變色，若加入 1 克葡萄糖，本氏液在 40 度 C 下，一個小時後會變色。所以，調整葡萄糖的量，可以用來偵測加糖本氏液一小時內所處的溫度。

實驗七：比較不同葡萄糖的量(6、8、12、14、16、18 克)及溫度(20、30 度 C)
對本氏液隨時間的顏色變化實驗設計：

表、實驗設置代號

葡萄糖 溫度	6 克	8 克	12 克	14 克	16 克	18 克
20 度 C	1	3	5	7	9	11
30 度 C	2	4	6	8	10	12

表、比較不同葡萄糖比例及溫度對本氏液的顏色變化

時間 號碼	8:10	9:20	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

實驗結果：

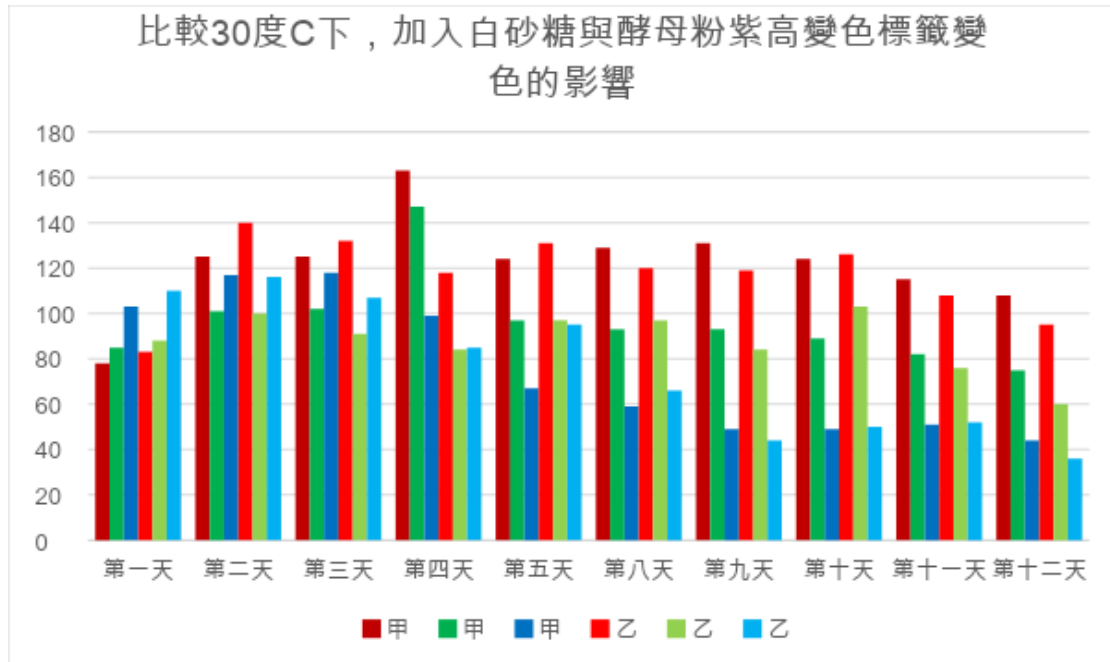
結果顯示，在 30 度 C 下，將糖的份量提高三倍(從 6 克增加到 18 克)，可提早變色時間約一小時(紅圈處)，也可使原本在 20 度 C 下不變色的情況變成會逐漸變色(藍框處)。

實驗八：比較 30 度 C 下，是否加入酵母粉與白砂糖對紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響

表、比較 30 度 C 下，是否加入酵母粉對紫高變色標籤變色的影響

日期 編號	11/09(一) 第一天	11/10(二) 第二天	11/11(三) 第三天	11/12(四) 第四天	11/13(五) 第五天	11/16(一) 第八天	11/17(二) 第九天	11/18(三) 第十天	11/19(四) 第十一天	11/20(五) 第十二天
1										
2										
5										
6										

甲：不加酵母粉(實驗代號 1、2)。乙：加酵母粉 0.1 克(實驗代號 5、6)



甲：不加酵母粉(實驗代號 1、2)。乙：加酵母粉 0.1 克(實驗代號 5、6)

表、比較 30 度 C 下，加入白砂糖與酵母粉多少對紫高變色標籤變色的影響

日期 編號	11/09(一) 第一天	11/10(二) 第二天	11/11(三) 第三天	11/12(四) 第四天	11/13(五) 第五天	11/16(一) 第八天	11/17(二) 第九天	11/18(三) 第十天	11/19(四) 第十一天	11/20(五) 第十二天
9										
10										
13										
14										

戊：加酵母粉 0.1 克、白砂糖 0.1 克(實驗代號 9、10)

己：加酵母粉 0.5 克、白砂糖 0.1 克(實驗代號 13、14)

實驗結果：

結果顯示，在 30 度 C 下，紫色高麗菜汁變色標籤有三種顏色變化，第一天為紫色，第二天為粉紅色，在第 4 天會由粉紅色轉為棕色，加入酵母粉後可延長四天於第六天後變色，若同時加入酵母粉和白砂糖，30 度 C 下，第四天會先變為綠色，第五天之後才變為棕色。

表、室溫下，紫色高麗菜變色標籤在不同條件下變色狀況

實驗條件	顏色	紫色	粉紅色	綠色	棕色
不加酵母粉		1	2~3		4~12
加酵母粉 0.1 克		1	2~5		6~12
加酵母粉 0.1 克、 白砂糖 0.1 克		1	2~3	4	5~12
加酵母粉 0.5 克、 白砂糖 0.1 克		1	2~3	4	5~12

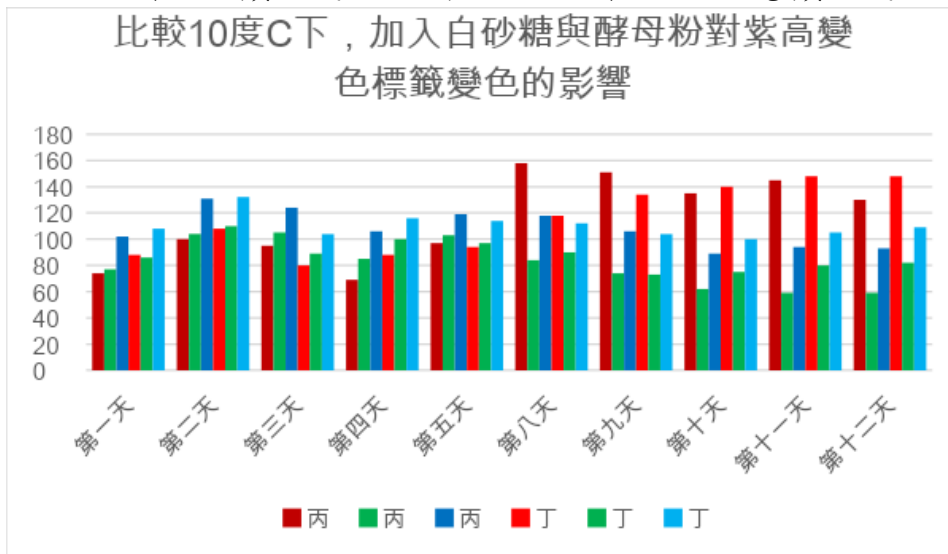
單位：天

實驗九：比較 10 度 C 下，是否加入酵母粉與白砂糖對紫色高麗菜變色標籤(不織布)變色的影響

表、比較冷藏(10 度 C)下，是否加入酵母粉對紫高變色標籤變色的影響

日期 編號	11/09(一) 第一天	11/10(二) 第二天	11/11(三) 第三天	11/12(四) 第四天	11/13(五) 第五天	11/16(一) 第八天	11/17(二) 第九天	11/18(三) 第十天	11/19(四) 第十一天	11/20(五) 第十二天
3 ^o										
4 ^o										
7 ^o										
8 ^o										

丙：不加酵母粉(實驗代號 3、4)。丁：加酵母粉 0.1 克(實驗代號 7、8)



表、比較冷藏(10 度 C)下，加入白砂糖與酵母粉多少對紫高變色標籤變色的影響

日期 編號	11/09(一) 第一天	11/10(二) 第二天	11/11(三) 第三天	11/12(四) 第四天	11/13(五) 第五天	11/16(一) 第八天	11/17(二) 第九天	11/18(三) 第十天	11/19(四) 第十一天	11/20(五) 第十二天
11.										
12.										
15.										
16.										

庚：加酵母粉 0.1 克、白砂糖 0.1 克(實驗代號 11、12)













辛：加酵母粉 0.5 克、白砂糖 0.1 克(實驗代號 15、16)

實驗結果：

結果顯示，10 度 C 下則不受是否加入酵母粉或白砂糖的影響，大約在第八天開始變為粉紅色。

實驗十：比較 10 度 C 與 30 度 C 下，加入不同比例酵母粉與白砂糖對瑞香草蘭液變色標籤(不織布)變色的影響

表、比較 10 度 C 與 30 度 C 下，加入不同比例酵母粉與白砂糖對瑞香草蘭液變色標籤(不織布)變色的影響

























	10 度 C		30 度 C	
	第一天	第二天	第一天	第二天
酵母粉 0.25 克				
酵母粉 0.25 克、 白砂糖 0.5 克				
酵母粉 0.25 克、 白砂糖 0.25 克				

實驗結果：

結果顯示，10 度 C 下不管有無加入酵母粉與白砂糖都不能使其變色，但 30 度 C 下加入酵母粉與白砂糖能讓溴瑞香草藍標籤(不織布)與第二天變成黃色。

實驗十一：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與豬肉片間隔隨溫度與時間的顏色變化

表、比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與豬肉片間隔隨溫度與時間的顏色變化

























		第一天	第二天	第三天	第四天
10	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				
30	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				

實驗結果：

結果顯示，在 30 度 C 下，紫色高麗菜變色標籤(不織布)在三種紙間隔皆有顏色的變化，以玻璃紙較明顯，其次影印紙、最後為描圖紙。但比較 10 度 C 的結果可知，影印紙的顏色變化應該是肉汁滲透導致的，所以影印紙並不適合。

實驗十二：比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與青菜葉間隔隨溫度與時間的顏色變化

表、比較將自製紫色高麗菜汁變色標籤(不織布)以不同方式與青菜葉間隔隨溫度與時間的顏色變化

		第一天	第二天	第三天	第四天
10	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				
30	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				

實驗結果：

結果顯示，在 30 度 C 下，紫色高麗菜變色標籤(不織布)在三種紙間隔皆偶顏色的變化，以影印紙較明顯，其次玻璃紙與描圖紙。但比較 10 度 C 的結果可知，影印紙與描圖紙的顏色變化應該是菜汁滲透導致的，所以影印紙、描圖紙並不適合。

實驗十三：比較在不同溫度下，本氏液加入自製變色標籤(葡萄糖果凍)隨時間的顏色變化

表、實驗設置代號

溫度	10 度 C	20 度 C	30 度 C	40 度 C
編號	10、11、12	1、2、3	4、5、6	7、8、9

表、比較在不同溫度下，本氏液加入自製葡萄糖果凍變色標籤隨時間的顏色變化

	8:30 ₀	9:20 ₀	10:10 ₀	11:10 ₀	12:00 ₀	13:00 ₀	14:10 ₀
編號:01 溫度:20 ₀							
編號:02 溫度:20 ₀							
編號:03 溫度:20 ₀							
編號:04 溫度:30 ₀							
編號:05 溫度:30 ₀							
編號:06 溫度:30 ₀							
編號:07 溫度:40 ₀							
編號:08 溫度:40 ₀							
編號:09 溫度:40 ₀							
編號:10 溫度:10 ₀							
編號:11 溫度:10 ₀							
編號:12 溫度:10 ₀							

實驗結果：

結果顯示，在 30 度 C 下，本氏液加入自製葡萄糖果凍變色標籤一小時後由紫變藍，二小時後由藍變暗綠色、三小時後由暗綠色變棕色。在 40 度 C 下，本氏液加入自製葡萄糖果凍變色標籤一小時後由紫變藍，二小時後由藍變棕色。顯示此標籤，在 30~40 度間可明顯變色，且溫度越高變色越快。

實驗十四：比較在不同溫度下，葡萄糖加入自製變色標籤(本氏液果凍)隨時間的顏色變化

表、實驗設置代號

溫度	10 度 C	20 度 C	30 度 C	40 度 C
編號	1、2、3	4、5、6	7、8、9	10、11、12

表、比較在不同溫度下，葡萄糖加入自製本氏液果凍變色標籤隨時間的顏色變化

	8:30 _p	9:20 _p	10:10 _p	11:10 _p	12:00 _p	13:10 _p	14:10 _p
溫度:10 編號:01							
溫度:10 編號:02							
溫度:10 編號:03							
溫度:20 編號:04							
溫度:20 編號:05							
溫度:20 編號:06							
溫度:30 編號:07							
溫度:30 編號:08							
溫度:30 編號:09							
溫度:40 編號:10							
溫度:40 編號:11							
溫度:40 編號:12							

實驗結果：

結果顯示，在 30 度 C 下，葡萄糖加入自製本氏液果凍變色標籤兩小時後由藍色變黃棕色，三小時後由黃棕色變橘紅色。而在 40 度 C 下，葡萄糖加入自製本氏液果凍變色標籤兩小時後由藍色變橘紅色。顯示此標籤，在 30~40 度間可明顯變色，且溫度越高變色越快。

實驗十五：討論各式自製變色標籤的應用環境

表、各式自製變色標籤的應用環境

指示劑名稱	紫色高麗菜汁		溴瑞香草藍液	本氏液
常溫變色時間	約 30 度 C：1~3 天 由紫 1. □酒紅 2. □棕 3~		約 30 度 C：不變色	約 30 度 C：不變色
冷藏變色時間	20 度 C 以下：約 1 天後變色 由紫 □藍 2~		20 度 C 以下：不變色	10 度 C 以下，4 小時內不變色
毒性	無	無	有	有
改良：製成標籤，並加入調控變色時間的方法	加酵母粉與白砂糖並調整比例	加酵母粉與白砂糖並用玻璃紙與偵測物隔開	加酵母粉與白砂糖並調整比例	改變葡萄糖的量製成果凍標籤方式
調控變色結果	1. 30 度 C 下只加酵母粉，可延長粉紅色時間晚三天變為棕色。 2. 30 度 C 下加酵母粉與白砂糖，在第四天增加綠色的變化。	1. 能有效偵測食物腐敗情況，肉類由紫轉紅，再轉棕色。蘇菜類則由紫轉紅色。	1. 約 30 度 C 下可於 24 小時後由深綠變黃色	1. 30 度 C：約 1~3 小時變色（由藍綠 □棕黃）改變葡萄糖的量可加快變色時間約 1 小時。 2. 本氏液果凍標籤可於溫度達到 20 度變色。 3. 葡萄糖果凍標籤可於溫度達到 30 度變色。
變色速度	慢	慢	慢	快
變色標籤使用建議	偵測常溫下保存天數	偵測食物腐敗情況	偵測常溫保存是否超過一天	偵測是否保持低溫冷藏

討論結果：



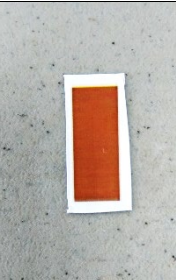



討論建議，若物品(食物)只能常溫保存一天，建議使用溴瑞香草藍標籤，一天後有明顯的變色。若想了解物品(食物)常溫保存天數，可使用紫色高麗菜標籤，可用顏色顯示物品(在常溫)的天數。若物品(食物)須保持於 10 度左右冷鏈環境，可使用本氏液果凍標籤超過後一小時開始變色。若物品(食物)須保持於 20 度左右冷鏈環境，可使用葡萄糖果凍標籤超過後一小時開始變色。若要偵測食物新鮮度，可使用玻璃紙包覆紫色高麗菜標籤，會依新鮮度顯示顏色。

實驗十六：結合擴增實境(AR)辨識技術的測試

表、三個擴增實境軟體測試結果

	MAKAR	ARLOOPA	EYEJACK
			
可辨識標籤	可	可	可
可區分圖片	可	可	可
可區分單一顏色	可	不可	不可

表、利用 MAKAR 擴增實境 APP 測試結果

	紫色	酒紅色	棕色
標籤顏色			
手機畫面			

實驗結果：

結果顯示，並非所有擴增實境軟體適合用來作為變色標籤辨識軟體，測試後發現，市面上 MAKAR 軟體即便是圖像外，也可辨識顏色變化，可以作為本研究的辨識變色標籤的顏色辨識軟體，讓使用者能即時透過辨識結果了解物品(食物)的保存狀況。

實驗十七：討論多向度資訊結合變色標籤的組合與應用
表、多向度自製變色標籤的組合與應用

	1. 冷藏食品標籤	2. 冷鏈監測標籤	3. 常溫監測標籤
複合方式	標籤 1：本氏液果凍 冷藏標籤 標籤 2：紫色高麗菜 新鮮度標籤	標籤 1：溴瑞香草藍 冷藏標籤 標籤 2：本氏液果凍 冷藏標籤	標籤 1：紫色高麗菜 常溫標籤 標籤 2：本氏液果凍 冷藏標籤
用途	可用於顯示肉類食物是否保持冷藏，並偵測其新鮮度	可用於檢測物品是否保持在冷藏環境，以及離開冷藏時間的長短	可用於監測常溫保存物品是否受高溫影響，並顯示保存天數
顯示方式	標籤 1： 離開冷藏(20 度 C 以下)超過 2 小時由藍變棕色 標籤 2： 肉品： 紫色：新鮮 粉紅：較不新鮮 棕色：不新鮮 蔬菜： 藍色：新鮮 紫色：不新鮮	標籤 1： 離開冷藏(20 度 C 以下)超過一天：由綠變黃色 標籤 2： 離開冷藏(20 度 C 以下)超過 2 小時由藍變棕色	標籤 1： 紫藍色：第 1 天 粉紅色：第 2~3 天 綠色：第 4 天 棕色：第 5 天~ 標籤 2： 離開常溫(40 度 C 以上)超過 2 小時由藍變棕色
舉例	標籤 1：藍色 標籤 2：粉紅	標籤 1：綠色 標籤 2：棕色	標籤 1：綠色 標籤 2：藍色
意義	食品未離開冷藏，但放置較久，以較不新鮮	曾短暫離開冷藏，但未超過一天	物品以保存到第四天，但未受 40 度 C 以上高溫影響

實驗結果：

討論之後，我們發現將兩個不同標籤複合使用，可顯示更細緻與精確的訊息，可使用範圍也更大。但不同標籤顏色涵義不盡相同，為避免使用者困擾與混淆，我們建議由擴增實境來顯示標籤訊息。

實驗十八：建立複合資訊擴增實境(AR)變色標籤
表、建立複合資訊擴增實境(AR)變色標籤並測試

	1. 冷藏食品標籤	2. 冷鏈監測標籤	3. 常溫監測標籤
標籤顏色			
手機畫面			
特點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可顯示食品(含若品與蔬果)是否保持於冷藏環境，以及目前食品的新鮮程度。 2. 透過不同顏色組合，擴增實境還可區別食品是肉、還是蔬果 	<p>可顯示需冷藏保存物品是否在冷鏈運輸環境時間離開冷藏環境，離開時間是否過長</p>	<p>可顯示需常溫保存物品是否在保存時間受到高溫影響，例如：日曬</p>

實驗結果：

結果顯示，透過雙標籤組合提供複合資訊結合擴增實境軟體手機 APP—MAKAR，我們可以從擴增實境中知道較精確且多元的物品保存訊息，在配上語音同步輸出，使用者只須拍攝標籤後聆聽語音就可即時了解物品保存狀況，相當實用與方便。

測試影片連接網址：<https://youtu.be/YSXLW6cay2c>（可點擊觀看）

掃描 QR 圖碼



陸、討論

1. 從實驗二～實驗三中我們發現，常溫下紫色高麗菜汁隨時間存放發生顏色的變化是因為指示劑酸化的原因，所以我們便使用酵母菌與白砂糖發酵過程會產生二氧化碳與酒精，進而在水中產生穩定酸化與抑菌的特性，加入酸鹼指示劑溶液中，可穩定顏色的變化。

2. 從實驗四～實驗七，我們測試了三種指示劑在實驗設置的條件下，都能隨時間與溫度產生明顯顏色變化。特別是紫色高麗菜汁與本氏液，在調整添加物的比例後，還能改變變色時間與溫度，這對於我們想控制變色標籤時間與溫度有很大的幫助。另外，紫色高麗菜的多色系且固定的變色順序，還能提供我們了解變色標籤變色後所處的時間與溫度。而本氏液迅速變色的特性則提供我們即時的溫度條件改變訊息。

3. 從實驗八～實驗十，我們使用可吸水但在水中不腐壞的白色不織布作為標籤基底。我們發現不織布標籤在加入紫色高麗菜汁與溴瑞香草藍液，並調整添加物的比例後，隨溫度與時間都有明顯且穩定的顏色變化，但我們嘗試本氏液不織布標籤卻沒有顏色變化。在經過多次試驗後，我們發現將其溶液加入果凍粉製成果凍有不錯的表現，且從實驗十三～實驗十四，我們發現本氏液果凍加葡萄糖液與葡萄糖果凍加本氏液變色結果還略有不同，這是相當特別的。也利用這個特別的性質，我們將其變色條件下修至 20 度 C。而增加葡萄糖濃度我們可控制本氏液果凍達到變色的溫度 20~50 度。這是因為本氏液與葡萄糖反應時溫度和時間控制十分重要，因為銅離子在不同溫度下會有不同顏色。期間若樣本中含有還原性糖，溶液將顯現磚紅色的沉澱物，溶液中的還原糖含量較低，產生的氧化亞銅也會相應減少，所以實驗後可能只出現了藍綠色系的本氏液。

氧化	還原
還原糖 → 有機酸	$Cu^{2+} \rightarrow Cu^{+}$ (紅色的氧化亞銅 Cu_2O)
本氏液與醛基反應會產生氧化亞銅(Cu_2O)的紅色沉澱，葡萄糖是醛糖	

4. 從實驗十一～實驗十二，由於紫色高麗菜標籤無毒且對酸性敏感的特性，我們又將其與食物同放，用來偵測食物腐敗時釋放的酸性物質，用來了解食物的新鮮程度。結果發現，玻璃紙是很好的間隔材料，由於玻璃紙具有半透磨的特性，使它可讓食物腐敗釋放的酸性物質通過，卻不會讓肉菜分解的大分子通過，較能準確偵測食物酸化程度。

5. 從實驗十三、十四，我們自製的紫色高麗菜與溴瑞香草藍變色標籤適合用來偵測常溫下物品存放時間，溴瑞香草藍變色標籤會於 30 度 C 下存放一天後明顯變色，適合紀錄常溫下只能存放一天的物品，例如：常見熟食。而紫色高麗菜變色標籤在 30 度下會依天數改變四種顏色，可用於紀錄物品常問下存放天數，例如：蔬果、麵包。而本氏液果凍標籤則會在超過 20 度 C 下，一小時後變色，適合用來記錄物品是否隨時保存在冷藏溫度與冷鏈系統。而紫色高麗菜還可製成保鮮標籤，隨時物變化偵測食物酸化狀況得知食物新鮮度。

6. 從實驗十五～十八，這些標籤還可透過手機擴增實境 APP 隨時了解單個變色標籤顏色所代表的訊息。透過複合兩種標籤還可提供多樣的資訊，配合語音輸出，使用者可輕鬆物品詳細的包存資訊，可以說相當便利。

柒、結論

1. 紫色高麗菜汁隨時間存放發生顏色的變化是因為指示劑酸化的原因，加入酵母菌與白砂糖後的發酵過程，能改變與穩定酸鹼指示劑的變色時間。
2. 紫色高麗菜汁與本氏液，在調整添加物的比例後，還能控制變色時間與溫度。
3. 紫色高麗菜汁與溴瑞香草藍液製成的變色標籤可使用不織布為基底，但本氏液變色標籤則以製成果凍標籤較為合適。在製成保鮮標籤上，紫色高麗菜變色標籤則以玻璃紙隔開較為合適，能有效辨別食物新鮮度。
4. 我們成功完成三種物品保存擴增實境複合式顯示標籤：冷藏食品標籤、冷鏈監測標籤、常溫監測標籤，透過手機擴增實境 APP 隨時雙標籤顏色所代表的複合訊息。可提供多樣的資訊，配合語音輸出，使用者可輕鬆物品詳細的包存資訊，可以說相當便利。

捌、參考資料

1. 指示劑－維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%87%E7%A4%BA%E5%89%82-+>
2. 酸鹼指示劑－科學 ONLINE
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4870>
3. 本內迪克特試劑－維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%AC%E5%86%85%E8%BF%AA%E5%85%8B%E7%89%B9%E8%AF%95%E5%89%82>
4. 會變色的智能標籤 食品新鮮度看標籤就知道－食力
<https://www.foodnext.net/science/packing/paper/4111179419>

【評語】 080203

利用常見指示劑變色製作複合資訊標籤之可行性研究，自創變色標籤用來記錄物品儲存時間、有沒有離開應保存溫度，主題構思實用新穎有趣。智慧標籤有不同種類，有的是外貼標籤，單純模擬食品腐壞情形；有的是直接偵測包裝內食品的腐壞。研發顏色標籤要清楚說明依據的原理以及檢測方式，雖然在面談是有說明想法，但宜化為文字，在報告中詳細解說。團隊對實驗理解良好，對答自然，互有補充，以下是一些提議作參考：(1) 顏色標籤實際應用於食品檢測時，必須說明適用環境、溫度，以及操作方法，與不同顏色所代表的意義。不同試劑隨著時間、溫度會有不同的變色情形，試劑的調配必須更穩定均質，並建立各試劑的標準比對模型，才有辦法與 AR 軟體配合。(2) 本工作數據很多，但結果的呈現有點雜亂，宜經整理後系統呈現，而不是以原始數據表現。原始數據宜出現在報告的附件。(3) 注意錯字，例如，第 28 頁，「若」應為「肉」。(4) PH 應改成 pH。(5) 實驗五和實驗六有點重複。(6) 「度 C」應改為「 $^{\circ}\text{C}$ 」。(7) 圖及表應該要編號。(8) 圖的縱軸和橫軸應標示清楚並給單位。(9) 圖表中的符號應說明，例如，第 14 頁，表內相片中的數字。(10) 參考資料如取自網站，應標明上網日期。(11) 隨溫度變化，肉品使標籤顏色改變可能有不同，鼓勵同學在不同溫度下測量同一片壞掉的肉的反應顏色。

作品簡報

見「色」思「期」

建立擴增實境(AR)顏色標籤

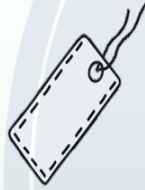
利用常見指示劑變色製作
複合資訊標籤之可行性研究

國小組 / 化學科

研究動機



鮮奶哪瓶最新鮮?
→ 逐瓶檢視...好麻煩



隨時間、溫度、新鮮度變色的標籤

國外的變色標籤昂貴

指示劑隨環境變色



經濟實惠的**指示劑變色標籤**

+

現代科技**擴增實境(AR)**

研究目的

1. 了解指示劑的變色情形與可能控制變色時間點
2. 不同環境下自製變色標籤的變色情況
3. 討論各種變色標籤的應用，結合擴增實境(AR)可用性

設備與器材



電子秤、PH儀、恆溫控制器



白糖、酵母粉、洋菜粉



葡萄糖、溴瑞香草藍、本氏液



濾網、廣用試紙、熱水瓶

步驟與方法

(如手冊)

研究結果

實驗一：文獻探討 - 變色標籤相關理論

- **本氏液**：主要用來檢測葡萄糖。

會隨著溫度、時間而改變顏色。

- **酸鹼指示液** (便宜易取得)

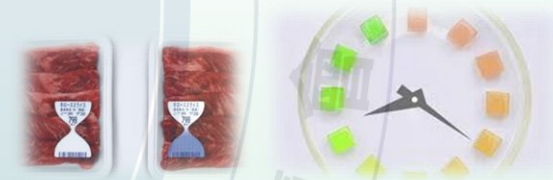
紫高麗菜：天然花青素隨著溶液的**PH質的多寡**而產生不同的顏色。

溴瑞香草藍變色：透明→黃色→綠色→藍色。

- **變色標籤**：偵測新鮮度、溫度、氣體...的改變。

- **COLOR PICKER**：檢測照片中任何顏色。以RGB數值分辨肉眼無法區分的顏色

- **擴增實境(簡稱AR)**：透過**影像**的位置角度和分析技術，讓螢幕上的**虛擬世界與現實世界場景進行結合與互動**




Orange brown



RAL: 8023
RGB: 165, 79, 31
HEX: #a54f1f

研究結果

實驗二：不同溫度(冰箱、室溫)中紫色高麗菜汁的顏色及PH值變化



















溫度 天數	冰箱 10°C	
	顏色	PH值
1	紫 	7
2	藍 	7
3	藍 	6
6	藍 	6
7	藍	6
8	藍	6
9	藍	6
10	藍	6

顏色和PH值
變化較不明顯

溫度 天數	室溫 30°C	
	顏色	PH值
1	紫 	7
2	酒紅 	6
3	棕 	5
4	棕 	4
7	(發霉)	無法測量
8	(發霉)	無法測量
9	(發霉)	無法測量
10	(發霉)	無法測量

從紫色變為棕色
PH值也會降低

實驗三：室溫下，紫色高麗菜汁(含酵母粉)中，加入不同量的白砂糖隨時間的顏色變化

配置	天數					
	1	2	3	4	7	8
甲 紫色高麗菜汁						
乙 紫色高麗菜汁 酵母粉0.25g 白砂糖0.25g						
丙 紫色高麗菜汁 酵母粉0.25g 白砂糖1.25g						

室溫約20度C

實驗四：室溫下，溴瑞香草藍液(含酵母粉)中，加入不同量的白砂糖隨時間的顏色變化

配置	天數		
	1	2	5
甲 溴瑞香草藍液			
乙 溴瑞香草藍液 酵母粉0.25g 白砂糖0.25g			
丙 溴瑞香草藍液 酵母粉0.25g 白砂糖1.25g			

室溫約30度C

◆ 發酵反應會抑制菌種生長，
使紫高麗菜汁與溴瑞香草藍液
變色穩定且變慢

不同葡萄糖的量及溫度對本氏液隨時間的顏色變化

實驗五

葡萄糖	10 °C		30 °C		50 °C	
	4時後	24時後	4時後	24時後	4時後	24時後
0 g						
1 g						
5 g						
10 g						

實驗六

* 指一小時後肉眼可見變色現象

葡萄糖	溫度	時間						
		8:10	9:20	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10
0 g	10 °C							
0 g	20 °C							
0 g	30 °C							
0 g	40 °C							
0 g	50 °C							
1 g	10 °C							
1 g	20 °C							
1 g	30 °C							
1 g	40 °C	*						
1 g	50 °C	*						
5 g	10 °C							
5 g	20 °C							
5 g	30 °C	*						
5 g	40 °C	*						
5 g	50 °C	*						
10 g	10 °C							
10 g	20 °C	*						
10 g	30 °C	*						
10 g	40 °C	*						
10 g	50 °C	*						

實驗七

葡萄糖量	溫度	時間						
		8:10	9:20	10:10	11:10	12:10	13:10	14:10
6 g	20 °C							
6 g	30 °C							
8 g	20 °C							
8 g	30 °C							
12 g	20 °C							
12 g	30 °C							
14 g	20 °C							
14 g	30 °C							
16 g	20 °C							
16 g	30 °C							
18 g	20 °C							
18 g	30 °C							

- ◆ 沒有加葡萄糖，本氏液不變色
- ◆ 增加葡萄糖量或加熱，能加速本氏液變色速度
- ◆ 30 °C 下，葡萄糖量從6克增加到18克，可提早一小時變色

不同溫度下，是否添加酵母粉與白砂糖對變色標籤的變色影響







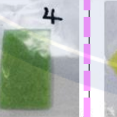



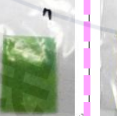

實驗八：30°C下，紫色高麗菜不織布變色標籤的變色影響

		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第八天	第九天	第十天	第十一天	第十二天
不加白砂糖	1 ^o	不加酵母粉									
	2 ^o										
	5 ^o										
添加白砂糖	6 ^o	加酵母粉0.1克 加白砂糖0.1克									
	9 ^o										
	10 ^o										
	14 ^o										
		加酵母粉0.5克 加白砂糖0.1克									

實驗九：10°C下，紫色高麗菜不織布變色標籤的變色影響

		第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第八天	第九天	第十天	第十一天	第十二天
不加白砂糖	3 ^o	不加酵母粉									
	4 ^o										
	7 ^o										
添加白砂糖	8 ^o	加酵母粉0.1克 加白砂糖0.1克									
	11 ^o										
		加酵母粉0.1克 加白砂糖0.1克									

實驗十：10°C和30°C下，溴瑞香草藍液不織布變色標籤的變色影響

	10 °C		30 °C	
	第一天	第二天	第一天	第二天
酵母粉 0.25 克				
酵母粉 0.25 克、 白砂糖 0.5 克				
酵母粉 0.25 克、 白砂糖 0.25 克				

- ◆ 30°C，同時加酵母粉與白砂糖
紫色高麗菜不織布多了綠色
溴瑞香草藍不織布第二天變黃色
- ◆ 10°C下，標籤皆不受酵母粉或白砂糖影響

不同材質的紙 將食物與紫色高麗菜汁不織布變色標籤隔開，
隨溫度與時間標籤的顏色變化

實驗十一：食物為豬肉片

實驗十二：食物為青菜葉

時間		第一天	第二天	第三天	第四天
溫度	材質				
10 °C	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				
30 °C	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				

時間		第一天	第二天	第三天	第四天
溫度	材質				
10 °C	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				
30 °C	玻璃紙				
	影印紙				
	描圖紙				

◆ 玻璃紙 效果最好，標籤能隨食物新鮮度明顯變色

本氏液+葡萄糖果凍(白製標籤)及葡萄糖+本氏液果凍(白製標籤)

隨溫度與時間標籤的顏色變化

實驗十三：本氏液+自製葡萄糖果凍

實驗十四：葡萄糖+自製本氏液果凍

溫度	時間 編號	8:30	9:20	10:10	11:10	12:00	13:00	14:10
20 °C	01							
	02							
	03							
30 °C	04							
	05							
	06							
40 °C	07							
	08							
	09							
10 °C	10							
	11							
	12							

溫度	時間 編號	8:30	9:20	10:10	11:10	12:00	13:00	14:10
10 °C	01							
	02							
	03							
20 °C	04							
	05							
	06							
30 °C	07							
	08							
	09							
40 °C	10							
	11							
	12							

30 °C~40 °C會變色，
是一種達30 °C會變色的標籤






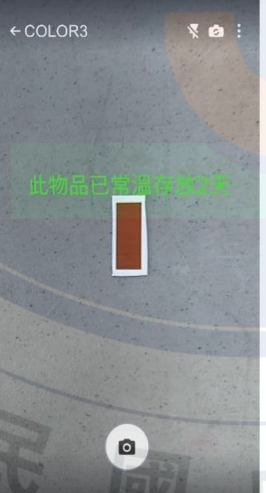
20 °C~40 °C會變色，
是一種達20 °C會變色的標籤

◆ 兩種標籤皆為溫度越高變色越快

實驗十五：討論各式自製變色標籤的應用環境

自製變色標籤	溴瑞香草藍冷藏標籤	紫色高麗菜常溫標籤	紫色高麗菜新鮮度標籤	本氏液果凍冷藏標籤
標籤的素材	不織布	不織布	玻璃紙包覆不織布	果凍
變色標籤偵測應用	常溫保存是否超過一天	常溫下保存的天數	食物腐敗情況	是否保持低溫冷藏
變色結果	30°C下，24小時後由深綠→黃色	30°C下，第四天多了綠色	食物腐敗情況 肉類：紫→紅→棕色 蔬菜類：由紫→紅色	本氏液果凍標籤，溫度達20°C時變色

實驗十六：結合擴增實境(AR)辨識技術的測試

	紫色	酒紅色	紫色
標籤顏色			
手機畫面			

	MAKAR	ARLOOPA	EYEJACK
			
可辨識標籤	可	可	可
可區分圖片	可	可	可
可區分單一顏色	可	不可	不可

表、MAKAR擴增實境軟體測試結果

- ◆ AR可代替肉眼辨識顏色細微變化，能即時了解食物的保存狀況

表、利用MAKAR擴增實境APP測試結果

實驗十七：結合變色標籤的組合與應用

本氏液果凍
冷凍標籤
是否保持低溫冷藏

紫高麗菜不織布標籤
常溫保存的天數

常溫監測標籤

食物是否保持
冷藏、新鮮？

紫高麗菜新鮮度標籤
食物腐敗情況

冷藏食品標籤

物品是否保持冷藏、
離開冷藏的時間？

溴瑞香草藍不織布標籤
常溫保存是否超過一天

冷鏈監測標籤

物品保存的天數

實驗十八：建立複合資訊擴增實境(AR)變色標籤

	冷藏食品標籤	冷鏈監測標籤	常溫監測標籤	
標籤顏色				
手機畫面				

◆ 從AR中顯示食品保存情況，使用者只要拍攝標籤，聆聽語音就獲得資訊。

研究結論

1. 紫色高麗菜汁隨時間酸化後會變色。常溫下，同時加入酵母菌與白砂糖，產生酒精可以抑菌，延緩顏色及PH值變化
2. 不同溫度中，本氏液可藉由葡萄糖比例控制顏色變化
3. 紫色高麗菜汁、溴瑞香草藍→不織布標籤
本氏液→果凍標籤
玻璃紙隔開紫色高麗菜標籤→食物保鮮標籤
4. 複合變色標籤+手機擴增實境APP→配合語音顯示食品保存資訊

參考資料：

1. 指示劑 - 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%87%E7%A4%BA%E5%89%82->
2. 酸鹼指示劑 - 科學ONLINE <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4870>
3. 本內迪克特試劑 - 維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%AC%E5%86%85%E8%BF%AA%E5%85%8B%E7%89%B9%E8%AF%95%E5%89%82>
4. 會變色的智能標籤 食品新鮮度看標籤就知道 - 食力 <https://www.foodnext.net/science/packing/paper/4111179419>