

投稿類別：化學類

篇名：

簡易測試市售保溼乳液的保溼效能：利用馬鈴薯代替人體實驗來檢測乳液的保溼能力與了解其化學物質的保溼原理

作者

黃琬庭。私立葳格高級中學。普一乙

江旻芳。私立葳格高級中學。普一乙

徐菱婕。私立葳格高級中學。普一乙

指導老師：駱立揚老師

壹● 前言

時常在多媒體上看見許許多多化妝品的廣告，大多數的化妝品均標榜含有多樣性的功能，可使其肌膚保溼美白。但是，個人除了在百貨公司及專售店內，以直接塗抹在皮膚上，用「感覺」去測試外，很少有簡易的科學方法來測試保養品的功效。因此，我們希望能找出一個簡易而且不需要使用貴重的儀器的科學方法來檢驗市售化妝品的保溼能力，並且利用我們檢驗出來的結果來判斷一些市售保溼乳液的保溼效果是否如廣告所示。從最近的實驗數據發現，馬鈴薯所含的水份重量百分比濃度約為 70-80%，與人類的含水重量比例是相似的(註 1)。近期波音公司亦使用馬鈴薯來代替人體實驗，來測試飛機內的無線通訊電磁波是否會對人體產生影響。他們發現使用馬鈴薯來做實驗，可以有效地控制實驗的變因，而且可以減少實驗的誤差和時間(註 2)。除此之外，植物生理學實驗亦常使用馬鈴薯來觀察水的化學勢與植物細胞之間的作用關係(註 3)。因此，我們選用馬鈴薯的塊莖做為我們測量保溼乳液的試驗樣品。本研究利用簡易的方法來控制馬鈴薯切丁的表面積和質量，並且將不同的市售乳液均勻地塗抹在切丁的表面上，以固定風速和熱量吹向馬鈴薯切丁表面。在不同的吹熱風的時間下，測量馬鈴薯切丁的總質量變化，藉以測量不同保溼乳液的保溼能力和討論其保溼效能與所含的化學成分之間的關係。

貳● 正文

1. 文獻回顧

(1) 皮膚的構造(註 4)：

要了解保溼乳液的保溼原理，首先要認識皮膚的構造。皮膚的細胞於基底層出生，再慢慢的上推到角質層成為角質細胞，扁平的角質細胞形成角質層，在皮膚最外層擔任保護和保溼的功能。但是細胞之間會有空隙，而充滿在細胞與細胞之間的物質被稱為「細胞間質」，細胞間質看起來像薄膜般，負責填補細胞間的空隙，可於細胞中間自由移動，細胞間質內含「磷脂質」及「天然保溼因子」，能夠維持皮脂膜油份及水分的平衡。磷脂質就像水泥一樣，填補細胞間的空隙，阻止水分的流失，若細胞間質缺乏磷脂質，肌膚就會乾燥、

失去光澤、甚至鬆弛、產生細紋。保溼最主要是防止細胞間質流失，讓肌膚保持濕潤，不會因乾燥而產生油水失調的情況。

(2) 常見的保溼物質：

- i. 多元醇(小分子):所謂多元醇是具有兩個以上的**醇基(-OH)**的有機化合物，如丙二醇、丙三醇 (甘油)、1,3 丁二醇、己六醇等如圖 1 所示。從基礎化學課本(註 5)中，了解醇基是極性官能基，可與水分子產生氫鍵，因此多元醇分子應是藉由醇基與捉住皮膚中的水分子，達到保溼的效果。

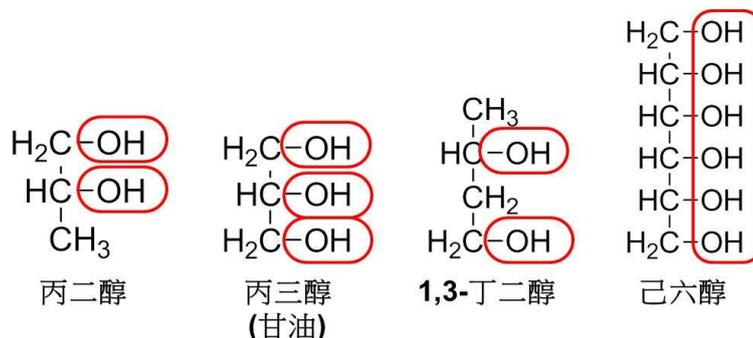


圖 1：常見的多元醇分子。(自行製圖)

- ii. 高分子型保溼劑：如聚乙二醇、玻尿酸、膠原蛋白等。
- (a) 聚乙二醇(Polyethylene glycol, PEG)與疏水性分子結合後的產物可用作非離子表面活性劑。從圖 2(a)中的 PEG 結構可以發現，它具有醇基(註 6)。
- (b) 玻尿酸是透明質酸(hyaluronic acid)屬於多醣體，其組成單元如圖 2(b)所示為 D-葡萄糖醛酸和 N-乙醯葡萄糖胺所組成，可吸附 500 倍以上的水分子，是目前公認最好的保溼成份。而玻尿酸亦為多元醇結構，而且它還具有羧酸基(-COOH)和二級胺基(-NH-)，這兩種官能基亦屬於極性的官能基(註 7 和註 8)。
- (c) 膠原蛋白也是細胞外基質的主要組成成分。它使皮膚保持彈性，在空間結構上如圖 2(c)，膠原蛋白顯示出特殊的三股螺旋纏繞的結構，三條相互獨立的膠原蛋白肽鏈依靠甘氨酸之間形成的氫鍵維繫三股螺旋相互纏繞的結構⁹。膠

原蛋白這種特殊的三股螺旋結構增加了機械強度。而這種三股螺旋亦稱為「原膠質」。原膠質彼此之間會互相吸引形成「膠原微纖維」(註 9)。而膠原微纖維使得皮膚彈性增加，可減少皺紋的產生。

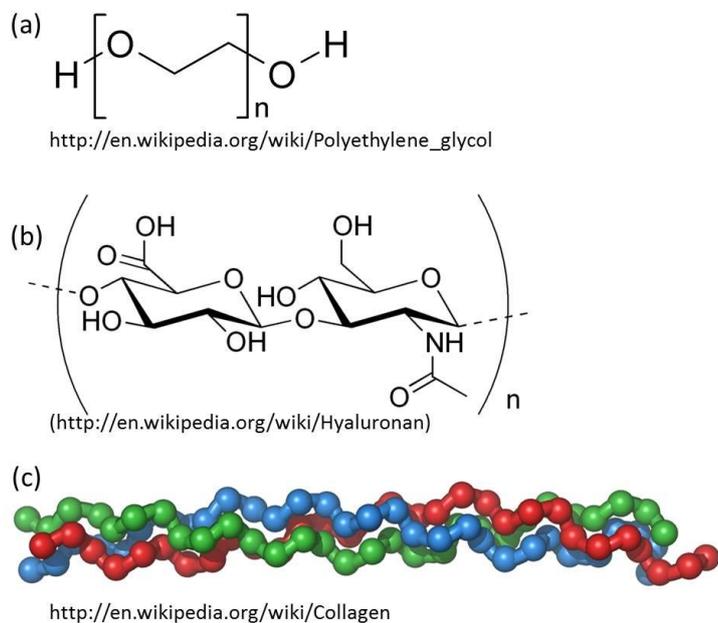


圖 2：聚乙二醇、玻尿酸和膠原蛋白的化學式結構圖。(註 6、7 和 9)

- iii. 天然保溼因子(Natural Moisturizing Factor , NMF)：是指皮膚角質層中所含的保溼成分，並非單一組成，主要是胺基酸、PCA(Pyrolidone carboxyl acid)、乳酸、乳酸鈉和尿素等，在皮膚的表皮層和角質層上除了具有吸溼性外，因為這些分子含有酸基和胺基，因此可以調節皮膚的酸鹼值，親膚性相當好。(註 10)

(3) 保溼原理(註 8 和註 10)：

保溼劑具有從潮溼空氣中吸收水分性質的吸溼性化合物。有些保溼物質從環境中吸收水分，直至達到平衡後，使得吸溼度保持恆定。一般是因為保溼物質的化學結構中含羥基(-OH)或含胺基(-NH)之成分，可從空氣中吸收水分。而聚合物型的保溼劑，因為具有黏性，

所以除了可以吸收空氣中的水分，本身有可防止皮膚的水分散失的功能。

2. 研究方法與步驟：

(1) 研究器材：電子天平、乾淨培養皿、吹風機、鐵架、鐵架環、三角板尺、粗吸管(內徑 11.0 mm)、碼錶、綿花棒、水果刀、括勺。

(2) 研究藥品：三種市售保溼乳液、馬鈴薯

(3) 研究步驟與流程圖

- i. 將馬鈴薯洗淨後去皮，使用乾淨的粗吸管(直徑為 11.0 mm)直接插入約 4 公分厚度的馬鈴薯肉內，再將吸管內的固定直徑大小的馬鈴薯切丁取出。
- ii. 使用三角尺和水果刀，每 1 公分高切取一塊，得到高 10 mm、直徑為 11.0 mm 的馬鈴薯切丁當成本實驗的樣品。每次實驗均取固定體積的馬鈴薯切丁 10 個。
- iii. 取約 1 克的市售保溼乳液以棉花棒均勻塗抹在實驗組的馬鈴薯切丁上；對照組為未塗任何乳液的馬鈴薯切丁。然後將馬鈴薯切丁 10 個放在乾淨的培養皿內，放在電子天平上測量其初始總質量(M_1)。
- iv. 架設鐵架與鐵環，將吸風機固定在鐵環上後，調整鐵環的高度，使吹風機吹口距離桌面 20 公分，再將裝有馬鈴薯切丁的培養皿放在吹風機口正下方。
- v. 開啟吹風機，固定吹風機的風速和熱量，測量在 10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘和 40 分鐘下，不同的保溼乳液對馬鈴薯試樣品的保溼能力。
- vi. 吹完熱風之後的馬鈴薯試樣品和培養皿放在電子天平上測量吹完熱風過後的總質量(M_2)
- vii. 本實驗計算馬鈴薯切丁的含水量公式如下所示：

$$\left(1 - \frac{M_1 - M_2}{M_1}\right) \times 100\%$$

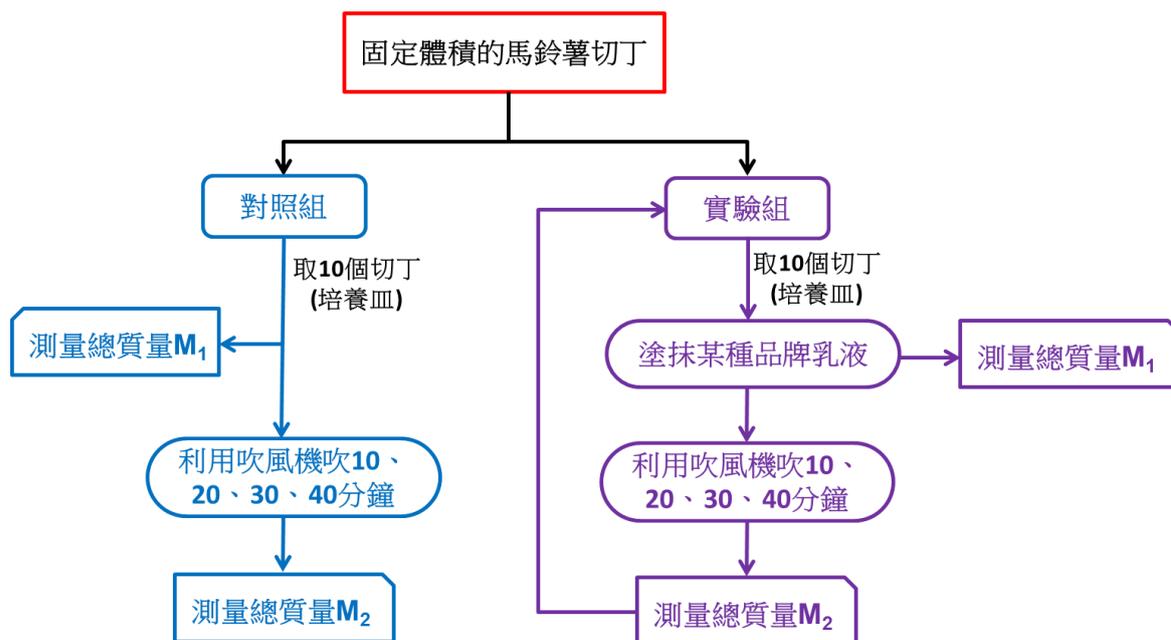


圖 3：實驗流程圖(自行製圖)

3. 研究結果

本實驗總共使用三種市售的保溼乳液來檢測其保溼能力。第一種為妮維雅(NIVEA)保溼乳液；第二種為 SNAIL 保溼乳液；第三種為 OLAY 保溼乳液。

- (1) NIVEA 保溼乳液含天然海鹽水潤配方，從產品內容來看，其所含天然海鹽水潤配方以鈉離子和氯離子為主，也就是平常所食用的食鹽。表一為妮維雅(NIVEA)保溼乳液對馬鈴薯切丁的保水能力結果。

表一：NIVEA 保溼乳液「對照組」實驗：馬鈴薯切丁未塗抹乳液

吹熱風時間	I 含水量(%)	II 含水量(%)	III 含水量(%)	平均 含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	77.5	76.9	73.2	75.9
20 min	62.5	64.1	58.5	61.7
30 min	55	56.4	53.7	55.0
40 min	52.5	52.3	48.8	51.2

NIVEA 保溼乳液「實驗組」實驗：馬鈴薯切丁塗抹乳液

吹熱風時間	I	II	III	平均
	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	73.7	77.8	73.0	74.8
20 min	63.2	66.7	64.9	64.9
30 min	50	52.8	54	52.3
40 min	47.4	50	48.6	48.7

(本實驗統計)

(2) SNAIL 保溼乳液以含天然蝸牛黏液和膠原蛋白為主，主要的功能為修復肌膚。表二為 SNAIL 保溼乳液對馬鈴薯切丁的保水能力結果。

表二：SNAIL 保溼乳液「對照組」實驗：馬鈴薯切丁未塗抹乳液

吹熱風時間	I	II	III	平均
	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	76	76.3	75	75.8
20 min	63.2	62	61	62.1
30 min	54	55	56.2	55.1
40 min	52	50.2	51	51.1

SNAIL 保溼乳液「實驗組」實驗：馬鈴薯切丁塗抹乳液

吹熱風時間	I	II	III	平均
	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	78	77.8	76.0	77.3
20 min	70	71	71.5	70.8
30 min	64	65	61	63.3
40 min	58	58	59	58.3

(本實驗統計)

(3) OLAY 保溼乳液主要的成份為水、甘油為主，成份比較單純。表三為 OLAY 保溼乳液對馬鈴薯切丁的保水能力結果。

表三：OLAY 保溼乳液「對照組」實驗：馬鈴薯切丁未塗抹乳液

	I	II	III	平均
--	---	----	-----	----

簡易測試市售保溼乳液的保溼效能

吹熱風時間	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	77	75	74	75.3
20 min	62	63	64	63.0
30 min	54	56	57	55.7
40 min	51	51	52	51.3

OLAY 保溼乳液「實驗組」實驗：馬鈴薯切丁塗抹乳液

吹熱風時間	I	II	III	平均
	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)	含水量(%)
0 min	100	100	100	100
10 min	77	75	77	76.3
20 min	68	70	67.8	68.6
30 min	62	61.5	63	62.2
40 min	52	56	53	53.7

(本實驗統計)

4. 研究討論

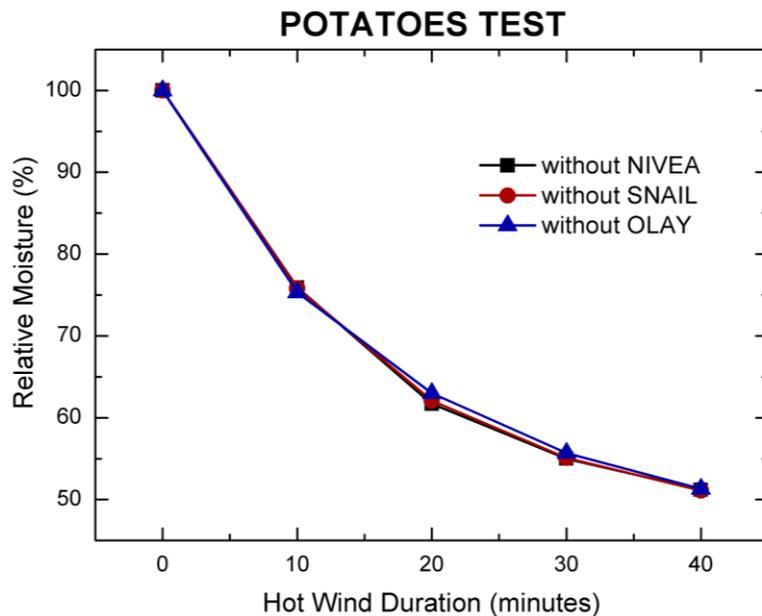


圖 4：三次未塗抹任何乳液的馬鈴薯切丁在不同吹熱風時間下的相對保水量折線圖。(本實驗統計)

將三種實驗的對照組放一起比較，如圖 4 所示。我們發現使用固定體積的馬鈴薯切丁在空白實驗中，其再現性很好。這顯示我們使用的實驗方法能有效控制每次實驗中馬鈴薯切丁的平均密度、含水量、和切丁的表面積。模擬皮膚水分的蒸散以切丁表面積為主要的因素，因為水的蒸發速率與表面積成正相關，表面積愈大的話，水的蒸發速率就愈快，造成馬鈴薯切丁的含水量就會隨之而變少。此外，我們亦發現隨著吹熱風的時間增加，馬鈴薯切丁內的含水量會愈來愈少，但不是呈線性關係，而是曲線關係。發現此現象的原因可能是因為當馬鈴薯切丁內的水量減少時，細胞間質的濃度會增加，反而會減慢水的蒸發速率。

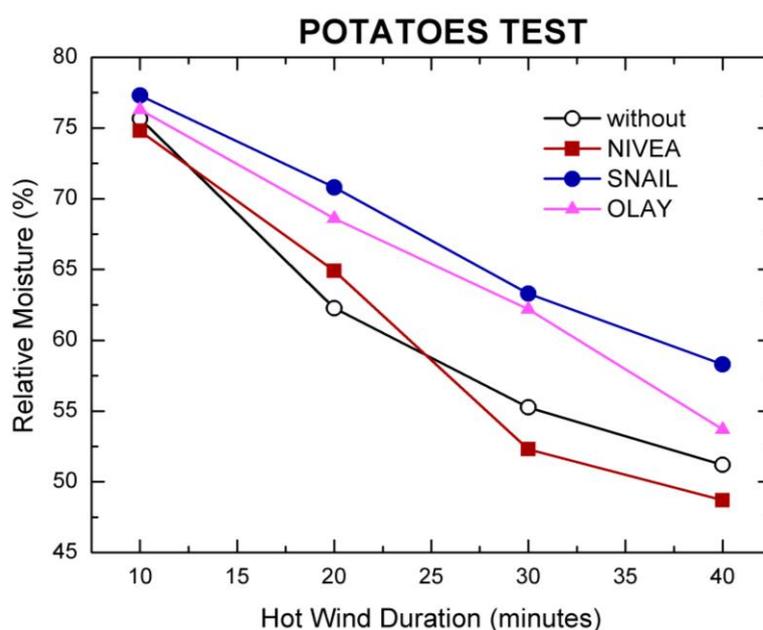


圖 5：未塗抹任何乳液(黑空心圓)、塗抹 NIVEA 保溼乳液(紅方形實心)、SNAIL 保溼乳液(藍圓形實心)和 OLAY 保溼乳液(粉紅三角形實心)的馬鈴薯切丁在不同吹熱風時間下的相對保水量折線圖。(本實驗統計)

圖 5 為對照組實驗、NIVEA 保溼乳液、SNAIL 保溼乳液和 OLAY 保溼乳液對馬鈴薯切丁的保水能力互相比較。圖 5 中顯示 NIVEA 保溼乳液在吹風 20 分鐘之前的保水量比未塗抹任何乳液的效果好，但在 20 分鐘之後，其保水量就比未塗抹任何乳液還要差。發生這個現象的原因，我們推論是因為

NIVEA 保溼乳液含有鹽類的成份，在 20 分鐘後，此天然海鹽會誘導馬鈴薯細胞內的水分子滲透出而蒸散，造成含水量下降。

而 SNAIL 保溼乳液和 OLAY 保溼乳液的保水量效果經由測驗的結果均比未塗抹任何乳液的效果好。從圖中可發現 SNAIL 保溼乳液的保溼效果最佳，可能的原因為 SNAIL 保溼乳液含有蝸牛黏液，蝸牛黏液含有膠原蛋白、彈力蛋白、尿囊素和葡萄糖醛酸等吸水的保溼成分。此外，膠原蛋白、彈力蛋白均為天然的聚合物，會增加乳液的黏稠性，塗抹在馬鈴薯上會形成一層不易破壞的保護膜，因此在吹風 40 分鐘後，可發現 SNAIL 保溼乳液的保水量比 OLAY 保溼乳液好。但是 SNAIL 保溼乳液含有動物性蛋白，動物性蛋白有時會引起皮膚過敏，此產品並不適合皮膚敏感的人使用。

參● 結論

1. 本研究發現可以用馬鈴薯切丁來測試不同的乳液的保溼度，利用此簡易的實驗方法，具有良好的再現性，而且可減少實驗的時間和費用。此外，也可減少實驗過程的危險性。
2. 本實驗使用馬鈴薯切丁來代替人體皮膚試驗的結果為 **SNAIL 保溼乳液 > OLAY 保溼乳液 > 未塗抹任何乳液 > NIVEA 保溼乳液**。但從每毫升的價格來考慮的話，比較推薦 OLAY 保溼乳液，其原因有二個，第一為成分單純，以水和甘油為主而已，而甘油是屬於小分子較易滲透入皮膚細胞間質的空隙中，以達保溼的效果。此外，第二個因素為成分較簡單的乳液較不會引起皮膚過敏。
3. 保溼效果好的乳液內所含的保溼物質，以多元醇類小分子和具有醇基(-OH)、酸基(-COOH)和胺基(-NH₂)的高分子為主。
4. 本研究所使用的乳液是市售乳液，其成分組成較為複雜，而且不易判別是哪一種類型的保溼物質或加入的添加物使得保溼度增加。因此，未來希望能利用較簡易的油類、多醇類或高分子與純水混合，以自製的乳液，來討論植物性或動物性油脂的差別，或者討論小分子與高分子對於細胞的滲透過程與保水能力的差別。

肆● 引註資料

1. United States Department of Agriculture. (2014), *Nutrient data laboratory*, Retrieved.
2. PCMag, <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2413427,00.asp> (檢
索日期 2012/12/09)
3. 廖玉琬、徐善德編譯 (2006)。植物生理學。臺北：偉明圖書有限公司，。
215~232 頁，569~571 頁。
4. 許德清、鍾幸福 (1995)。皮膚科。商務印書館(香港)有限公司。
5. 陳秋炳主編 (2014)。基礎化學(二)。翰林出版事業有限公司。
6. Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene_glycol (檢索日期
2014/11/09)。
7. Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Hyaluronan> (檢索日期
2014/11/09)。
8. 江晃榮 (2005)。玻尿酸:保濕、美膚、防皺聖品。臺北：世茂出版社。
9. Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Collagen> (檢索日期
2014/11/09)
10. 張麗卿 (2008)。化妝品達人。臺北：寶瓶文化出版。