

環境的溫度與水活性對蜂蜜、花粉及蜂王乳保存性之影響

張慶如¹ 林育安²

1. 國立宜蘭技術學院食品科學系副教授

2. 國立宜蘭技術學院應用動物系助教

摘要

本研究之目的，乃探討溫度 (20、25 與 30°C) 與水活性對蜂蜜、花粉與蜂王乳保存性之影響。研究結果顯示：在蜂蜜與花粉之試驗方面，不同溫度 (20、25 與 30°C) 三組間，隨著貯存時外在環境水氣的相對溼度增加/減少，而使蜂蜜與花粉，因吸收環境水氣增加/減少而增加/減少重量，其增加/減少的情形會隨著試驗樣品本身之水活性與外在環境水氣水活性 (0.23 至 0.98) 增加而增加或減少而減少。當水活性 (A_w) 分別為 0.9 與 0.94 時，以 30°C 組所吸收環境水氣最高，20°C 組最低。蜂王乳試驗方面：當水活性 (0.23 至 0.98) 增加，三組間 (20、25 與 30°C) 所吸收環境水氣之重量，雖然也會隨著增加，但不明顯，直到水活性為 0.86 時，吸收環境水氣之重量則明顯增加，且以 30°C 組最高，20°C 組最低。因此，以溫度對保存性之影響力而言，是愈高溫對三者之保存性皆愈差，易造成對環境水氣的吸收而增加蜂蜜、花粉與蜂王乳的重量，當蜂蜜、花粉與蜂王乳的自由水增加，則易促使微生物滋生而影響貯存時間。以水活性對保存性之影響力而言，同溫時，以蜂王乳最受影響(最不易保存)，其次為蜂蜜，而花粉則最佳。

關鍵詞：蜂蜜、花粉、蜂王乳、水活性、保存性

Influences of Environment Temperature and Water Activity on Honey, Pollen and Royal Jelly Storage Stability

Audrey Chingzu Chang¹ and Yu-An Lin²

1. Associate Professor, Department of Food Science, National Ilan Institute of Technology
2. Teaching Assistant, Applied Animal Science Department, National Ilan Institute of

Technology

Abstract

The effects of different temperature (20,25,30°C) and water activity (0.23-0.98) on honey, pollen and royal jelly were investigated in this study. The experiment showed the weight of sample increase or decrease due to the relative humidity of environment. The sample absorb the amount of water also depending on their own water activity and the water activity of outside environment (0.23 to 0.98). The largest absorption of water occurred in the 30°C group, and the lowest in 20°C group, the water activity were 0.9 and 0.94 respectively. In royal jelly experiment, the water activity (0.23 to 0.98) increase, all groups have no significant weight increase due to absorption. The water absorbing from outside environment was significant until the water activity reach 0.86. There are the largest absorption in 30°C group and lowest in 20°C group. Therefore, the effects of temperature on storage time is significant when the temperature rise. The water absorbed from outside trend to increase the weight of sample. It is easy to cause microbe growth and shorten the storage time when the free water content increase in the sample. The results of this study showed that at the same storage temperature, pollen is the most stable product of the three, then the honey, and the royal jelly is the least.

Key words : Honey, Pollen, Royal jelly, Water activity

一、前言

蜜蜂是人類最早飼養的動物之一，除了可以生產蜂蜜外，還有花粉與蜂王乳。等等。遠在西元前三千五百年左右，埃及人已開始養蜂以獲取蜂蜜，以蜂蜜作為甜食的來源^{[1][2][3][4]}。除此之外，在本草綱目中也記載蜂蜜也是滋補的食品，具有清涼退火的效果。花粉是蜜蜂食物中蛋白質、脂肪與礦物質的主要來源，為蜂群中的育幼蜂所利用^[5]。此外，花粉亦富含游離胺基酸、碳水化合物、維生素、酵素、輔 與固醇類^{[1][4][6]}。蜂王乳是蜜蜂腺體的分泌物，由工蜂所產生，用來餵幼蟲和蜂王，具有許多活性物質，如酵素、維生素與礦物質^{[1][6]}。除蜂蜜對人體健康具有保健養生外，有些研究報告與書籍也指出花粉與蜂王乳對人體也有助益^{[1][2][3]}。例如花粉有助於維持人體前列腺的健康，而蜂王漿則具有抗老化與提高免疫系統的功能^{[1][2][5][6]}。

現今隨著國民生活水準提高，在飲食方面大都攝食過量而有體重過重之現象。相對地，因工作繁忙，運動量減少而導致身體健康出現問題。目前國人對於養生食品非常喜好與重視，所以養生食品在台灣市場極具有發展潛力。然而，蜂蜜、花粉與蜂王乳都是蜜蜂所製造出來的天然食品對人體無副作用。由於蜂產品用途非常廣泛且經濟價值高，市場對其需求量大。然而，該類食品是否能有效的長期保存，儲放之溫度與儲放時之水活性的高低則是重要因素之一。文獻上指出，當食品含水活性高達 0.9 且處於適溫或高溫環境下，易促使細菌增殖導致食品因發黴、酸敗或變質而無法保存食用^[7]。

文獻中指出蜂蜜、蜂王乳及花粉之一般性成份如後：蜂蜜之成分：水分 17.2%、果糖 38.4%、葡萄糖 30.4%、蔗糖 1.3%、麥芽糖 7.3%、其他醣類 1.4%、酸類 0.57%、灰分 0.169%、含氮量 0.041%、酸鹼值 3.91 及澱粉酵素等。蜂王乳之成份：水分 67.0%、蛋白質 12.5%、果糖 6.0%、葡萄糖 4.2%、蔗糖 0.3%、其他醣類 0.5%、脂肪酸 5.0%、灰分 1.0%、未知物 3.5%、酸鹼值 3.8。花粉之成份：蛋白質 23.7%、脂肪 4.8%、醣類 27.0%、灰分 3.12%、磷 0.53%、鉀 0.58%、鈣 0.225%、鎂 0.148%、鈉 0.044% 等等^{[1][2][3][4][5][6]}。由上述所列這些豐富的成分就不難了解，為什麼人們這麼喜愛蜂蜜、花粉及蜂王乳。

決定食品保存性(耐藏性)的原因很多，其中一個主要因素乃是水分，因為食品中的水分含量對微生物的菌體為重要的影響因素^{[7][8][9][10]}。但非所有存在食品中的水分均可以有效的被微生物所利用。食品中的水分通常以兩種形式存在分別為(1)結合水(bound water)；(2)游離水(free water)又稱自由水，於食品組織中以游離形式存在之水分，具有流動性。而菌體的生長所能有效利用的水份即為游離水，此游離水即為水活性決定之關鍵^{[7][8][9][10]}。當 Labuza 提出水活性、游離水與細菌繁殖的相關性後，引起許多學者的興趣，亦發現水活性會影響微生物的增殖、代謝活力、耐熱程度與存活率^[7]。Gilbert 更進一步指出，食品的水活性若低於 0.85，大部分細菌都無法增殖亦不易產生毒素及引起食物的腐敗^[10]。

水活性(water activity)之定義為在同溫、同壓下之食品中(游離水)之水蒸氣壓與純水水蒸氣壓之比值，公式如下： $A_w = P/P_0 = ERH/100$ ，其中 P：溶液(食品)的水蒸氣壓。P₀：溶劑(水)的水蒸氣壓。ERH：平衡相對溼度^{[7][8][9]}。當食品內所含之水分含量高時，高分子物質所含有之水分，對水活性之影響相形之下就變小了(因所佔比例較低)，但當食品內所含之水分含量較少(通常為 30~40%以下)時，高分子物質會形成毛細管狀態組織而吸附住水分，進而影響食品之水活性^[10]。根據 Smith 方程式及 Steinberg, Chinachotti 文獻指出，在 Smith 方程式中，可以發現會出現二個不同的線性方程式，其不同斜率的交接專折處，而有重大意義。轉折處之前的各個水活性值，對食品保存性(shelf life, stability)影響很小。而轉折點(含)之後之各個水活性值，則對食品保存性(shelf life, stability)影響很大。而轉折點前後之不同意義可由 Steinberg 及 Chinachotti 在文獻中所做的 NMR, DSC 及微生物實驗即可以明顯看出。文獻指出，每一樣食品之保存性皆與其溫度與水活性有關，故本研究之目的即在探討溫度與水活性對蜂蜜、花粉及蜂王乳之保存性之相關性^{[7][8][9][10][11][12]}。

二、材料與方法

(一) 蜂蜜、花粉與蜂王乳之來源：

蜂蜜、花粉與蜂王乳，均購自超級市場所販售之同一家品牌的商業化產品。

(二) 標準密閉不同水活性(0.23-0.98) 容器設置：

取各種飽和鹽類分別放置於密閉容器中(內含一小盤)，之後將各個密閉容器放入 20, 25 與 30 之恆溫培養箱內，讓飽和鹽類在恆溫箱中達成平衡、備用^{[7][8][9][10][11][12]}。各個飽和鹽類及其所相對應之水活性 (A_w) 值如下表^{[7][8][9][10][11][12]}。

飽和鹽類	A _w 值
CH ₃ COONa _o · 3H ₂ O	0.23
MgCl ₂ · 6H ₂ O	0.33
K ₂ CO ₃	0.43
Mg(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O	0.52
KI	0.69
NaCl	0.75

(NH ₄) ₂ SO ₄	0.81
KCl	0.84
K ₂ CrO ₄	0.87
BaCl ₂ ·2H ₂ O	0.90
KNO ₃	0.94
K ₂ SO ₄	0.98

(三) 蜂蜜、花粉及蜂王乳在不同溫度(20,25,30)時之設置：

從 20、25 與 30 不同溫度之恆溫培養箱內，將不同飽和溶液平衡的密閉容器(0.23 至 0.98)取出，並置入完全烘乾之蜂蜜、花粉、蜂王乳等樣品。各樣品(蜂蜜、花粉、蜂王乳)放入 0.23 至 0.98 不同水活性條件的密閉容器之內盤內，秤每個不同水活性條件的密閉容器之內盤所含之樣品淨重，然後放入恆溫箱內讓樣品的溫度及水活性值在不同飽和溶液平衡的密閉容器內平衡。平衡時實驗樣品(蜂蜜、花粉、蜂王乳)與飽和溶液(0.23 至 0.98)會產生三種情形(1)樣品由飽和鹽溶液中吸取水分使樣品變重；(2)樣品中之水分被飽和鹽溶液所吸收使樣品變輕；(3)樣品不吸取飽和鹽溶液中水分且其水份亦不被飽和鹽溶液所吸收。此乃利用飽和鹽溶液具有不同之水活性，使在密閉容器中的樣品進行吸濕或乾燥之調節^{[11][12][14]}。樣品需磨碎以 0.04inch 之篩網過篩，精稱製小數點第四位 0.1 克後方可置於 0.23 至 0.98 不同水活性條件的密閉容器之內盤上、再置入不同溫度之恆溫箱(溫度分別為 20、25、30)，須每 24 小時稱重。若樣品發黴，需重做。記錄數據(三重覆)，樣品秤重需每天同一固定時間，直到樣品恆重。另外在這個實驗步驟上還需特別注意事項的有：1.須使用相同批號之濾紙(任何濾紙皆可，只要同批號)，以免不必要之儀器誤差。2.若飽和鹽溶液之水活性較高者，非常容易使樣品發黴，則在樣品使用上，可以以較少量樣品作測定或作更多次重複試驗等方法加以改善。

(四) 結果計算及分析方法：

本研究將以等溫線(Isotherm)的圖形，引用 Lang and Steinberg, 1986 年所改良之 Smith 等溫線線性方程式來作線性分析^{[13][14][15]}。在眾多分析水活性的線性方程式中，此文獻所改良之 Smith 等溫線線性方程式為： $MC=a+\log(l-Aw)$ ，所能涵蓋之水活性範圍最廣為 0.1~0.98，且計算方法明確，準確性又高，故引用之，其中 MC 表水含量(g water/g solid)，a 為截距，b 為斜率，Aw 表水活性。

三、結果與討論

經分析結果顯示，在 25 時蜂蜜水分含量為 14.7%、水活性為 0.90、花粉水分含量為 5.5%、水活性為 0.94，蜂王乳水分含量為 53.1%、水活性為 0.86。蜂蜜等溫線(Isotherm)的圖形(圖 1)所示，蜂蜜在水活性由 0.23 增加至 0.98 時，在不同溫度(20、25 或 30)下，蜂蜜會隨著貯存時外在環境水氣的相對溼度增加減少，而使蜂蜜因吸收環境水氣增加減少而增加減少重量，其增加減少的情形會隨著蜂蜜本身之水活性與外在環境水氣水活性(0.23 至 0.98)增加而增加或減少而減少。當水活性(Aw)為 0.9 時，以 30 組所能吸收環境水氣最高，20 組最低。此研究結果顯示在相同水活性下，當溫度越高時，蜂蜜會因貯放時相對溼度增加而造成因吸收環境的水氣而增加蜂蜜的重量。因此，當蜂蜜吸收環境的自由水增加則會使微生物容易滋生，而使蜂蜜之保存性會隨之降低，而水活性 0.9 是蜂蜜之臨界點，當外界水活性達到 0.9 時，蜂蜜產品極易產生質變而導致品質變差，不易保存。林^[6](1988)指出，當產品之水活性(Aw 0.91~0.92)愈高，細菌在產品內增殖的速率較在水活性(Aw 0.86~0.88)低時為快，而導致產品質變不易保存。Smith 等溫線線性方程式之線性分析結果(圖 2)顯示出不論是在 20、25、或 30，當水活性值到達 0.9 時，蜂蜜之自由水即開始明顯增加，所以可知水活性值 0.9 是蜂蜜之臨界轉折點。亦即當外界水活性環境達到 0.9 時，蜂蜜產品極易質變而品質變差，即保存性變差、即使溫度不是很熱的 20 外在環境下。

花粉在相同水活性下，當溫度越高時，花粉會因貯放時相對溼度增加而造成因吸收環境的水氣而增加花粉的重量(圖 3、圖 4)。Smith 等溫線線性方程式之線性分析結果(圖 4)顯示出，當溫度越高時，因貯放時相對溼度增加而造成因吸收環境的水氣而增加花粉的重量。因此，當花粉的自由水增加則會使微生物容易滋生，而使花粉之保存性會隨之降低，所以在 20-30 時，溫度越高對花粉的保存性越低。Smith 等溫線線性方程式之線性分析結果(圖 4)顯示出，不論是在溫度 20、25 或 30，當水活性值達到 0.94 時，花粉之自由水開始明顯增加，所以可知水活性值 0.94 是花粉之臨界轉折點，當外界水活性達到 0.94 時，花粉產品極易質變而品質變差，當然保存性也變差。

對蜂王乳而言，溫度對其保存性之影響亦是隨著溫度度數增加而不利。以蜂王乳的等溫結果來判讀，外界環境溫度度數增加較易引起微生物在蜂王乳之增殖或產出毒素而導致蜂王乳保存性降低(圖 5)。蜂王乳的 Smith 等溫線線性方程式之線性分析結果亦顯示出，水活性 0.86 是蜂王乳自由水釋放與否之臨界值(圖 6)。因此當保存環境之水活性到達 0.86 或更高時，則蜂王乳之品質不保。

綜合以上研究結果，當蜂蜜、花粉及蜂王乳在同一水活性時，外在環境的溫度越高，其保存性(耐藏性)是愈低。此表示在一定溫度範圍內，蜂蜜、花粉及蜂王乳之食用保存時限隨着溫度的上升而降低。

蜂蜜在溫度 20、25、30 保存溫度時，皆顯示出水活性在大於 0.9 時，其保存性(耐藏性)開始降低。花粉在溫度 20、25、30 時，皆顯示出水活性在大於 0.94 時，其保存性(耐藏性)開始降低。蜂王乳在溫度 20、25、30 時，皆顯示出水活性在大於 0.86 時，其保存性(耐藏性)開始降低。綜合歸納顯示：而各蜂蜜、花粉、蜂王乳品質可能開始劣變之水活性值分別為：0.90、0.94、及 0.86。但不論如何、本研究所研究之樣品：蜂蜜、花粉、蜂王乳皆於水活性值頗高時才劣變，表示基本上蜂蜜、花粉、蜂王乳皆是可存放一段時間而不易質變。則其食用保存期限基本上是較一般食品為佳。而蜂蜜、花粉、蜂王乳三者中之保存性比較而言，則是花粉>蜂蜜>蜂王乳。另外從分析蜂蜜、花粉、蜂王乳的水分含量及水活性看來，在水分含量上，其分別為 14.7、5.5 和 53.1%，在 25 時水活性數值上，蜂蜜為 0.61、花粉為 0.24、蜂王乳為 0.97，更能知道

保存性以花粉(0.24)優於蜂蜜(0.61)再優於蜂王乳(0.97)，故可知雖然貯存環境的溫度和相對溼度對樣品保存性很重要，而樣品原先的水活性也是重要影響其保存期限的一個因素。大自然中蜜蜂是以花粉為食物，由此可以看出生物於自然界中本能之奇妙現象。

四、結論

由研究結果得知，溫度與水活性皆是影響食品保存期限長短的重要因素。當蜂蜜、花粉與蜂王乳產品，置於 30 高溫環境下可吸收環境的水氣較在溫度 20 時為高，因為溫度變化會導致產品內部水分之移動，所以研究結果得知樣品在 30 時最乾燥，因而可吸收環境水氣最多。由於環境溫度的變化會影響蜂蜜、花粉與蜂王乳對環境水氣的吸收程度。此外蜂蜜、花粉與蜂王乳的本身之水分含量及水活性條件差異，亦會造成微生物的不同增殖機會，導致產品品質變質。臺灣因處於亞熱帶地區，年平均的相對溼度相當高(可達 80%、亦即水活性值 0.80)；平均氣溫，夏季為 29，冬季為 15。因此，在夏季與春末秋初，如果不注意產品的貯存環境，蜂蜜、花粉與蜂王乳產品的保存期限將會受到嚴重的影響。

謝誌

特別銘謝馮臨惠老師對於本文稿在專業上之意見交流。

五、參考文獻

1. 安奎、何鎰光 (1997)，養蜂學，第 228-290 頁，華香園出版社，台北。
2. 渡邊孝 (1984)，蜂蜜的特效，第 51-83 頁，青春出版社，台北。
3. 黃松田 (1984)，蜂王乳與蜂蜜的健康美容，第 12-77 頁，青春出版社，台北。
4. 陳裕文 (2001)，蜂產品的食療價值，第 24-35 頁，國立宜蘭技術學院農業推廣委員會，宜蘭。
5. 增山忠俊 (1986)，花粉食療法，第 69-97 頁，青春出版社，台北。
6. 木崎國嘉 (1986)，蜂王乳-神奇帝王食品，第 157-166 頁，正義出版社，台北。
7. Labuza, T.P. (1975), Interpretation of Sorption Data in Relation to the State of Constituent Water. In "Water Relations of Food", Academic press, New York, U.S.A.
8. Leistner, L. and W. Rodel (1976), The Stability of Intermediate Moisture Foods with Respect to Microorganisms. In "Intermediate Moisture Foods", Applied Science Publisher, London.
9. Rockland, L.B. and Nishi, S.K (1980), Influence of Water Activity on Food Product Quality and Stability. Food Technology, April: 42
10. Gilbert, S.G. (1986), "New Concepts on Water Activity and Storage Stability", The Shelf Life of Foods and Beverages. Elsevier Science press, New York, U.S.A.
11. Beuchat, L.R. (1983), "Influence of Water Activity on Growth, Metabolic Activities and Survival Yeasts and Molds", J. Food Sci. 46:135-140.
12. Bakhit R.M. (1990), "Sorption Behavior of Mechanically Mixed and Freeze-Dried Nail/casein and Sucrose/casein Mixtures". MS. thesis. Division OF Foods and Nutrition. University of Illinois at Urbana-Champaign, U.S.A.
13. Fanni, J., Canet, D., Elbayed, K., and hardy, J. (1989), "1H and 24 Na NMR relaxation studies of the NaCl/lactoglobulin system equilibrated at various water activities", J. Food Sci. 54:900-907.
14. Lang, K., and Steinberg M.P. (1980), Calculation of Moisture Content of a Formulated Food System to Any Given Water

Activity, J. Food Sci. 45:1228

15. Sperber, W. (1983). Influence of water activity on food borne bacteria A Review. J. Food Protection. 46 (2). 142-156.
16. 林松筠 (1988) ,「原料肉酸鹼值與水活性對中式香腸保存性的影響」, 食品工業發展研究所, 研究報告第 494 號, 第 1-13 頁。

91年 09月 23 日投稿

91年 11月 19 日接受

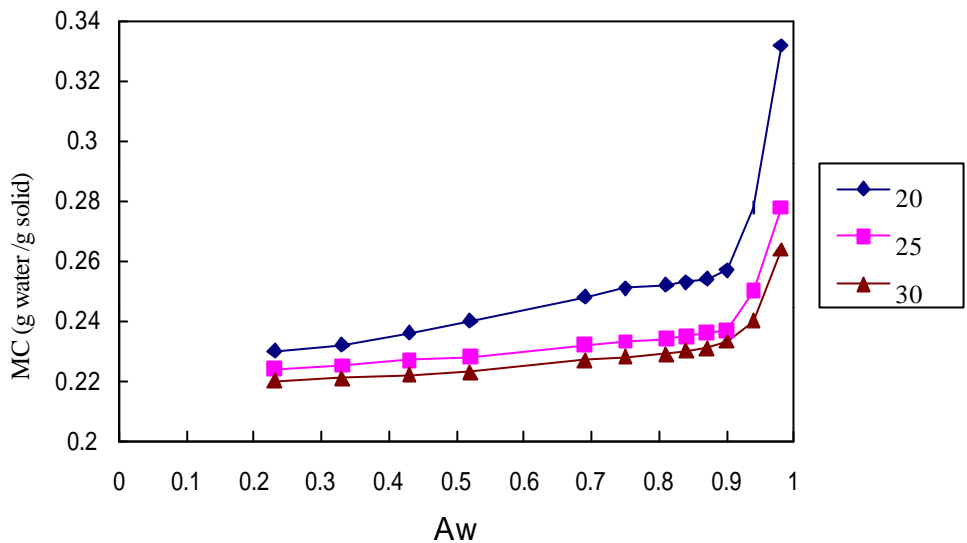


圖1 蜂蜜在不同溫度(20、25、30)下之等溫線
 Fig.1 Sorption Isotherms of Honey at Different Temperatures.

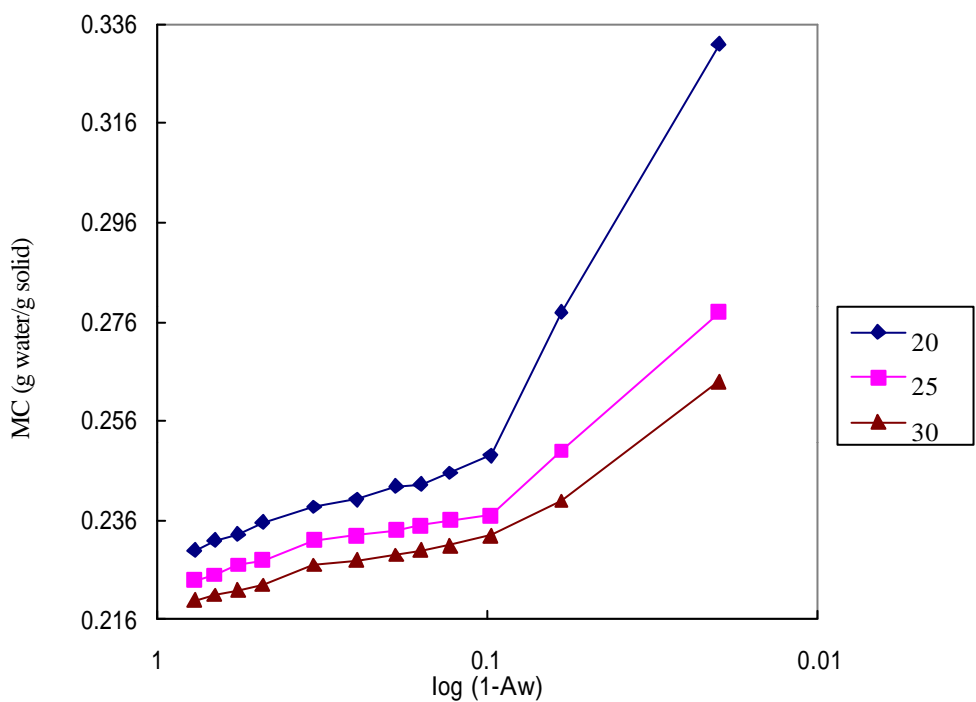


圖2 蜂蜜在不同溫度之Smith線性方程式分析圖
 Fig.2 Smith Sorption Isotherms of Honey at Different Temperatures.

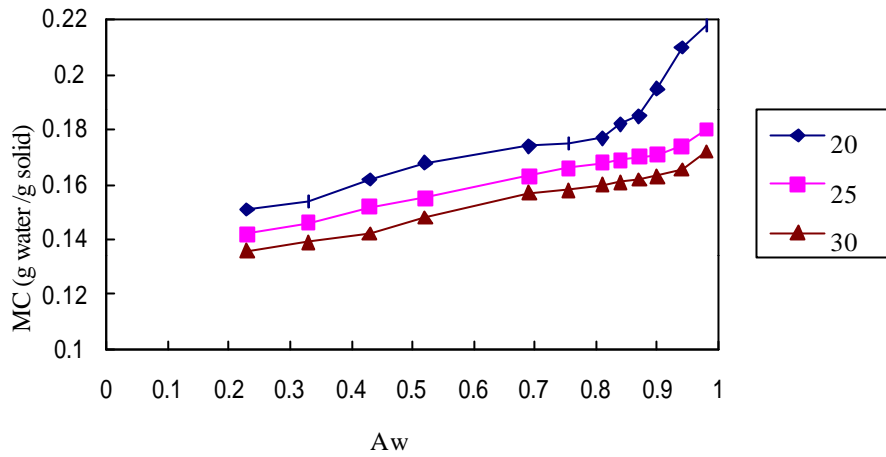


圖3 花粉在不同溫度(20 、 25 、 30)下之等溫線
 Fig. 3 Sorption Isotherms of Pollen at Different Temperatures.

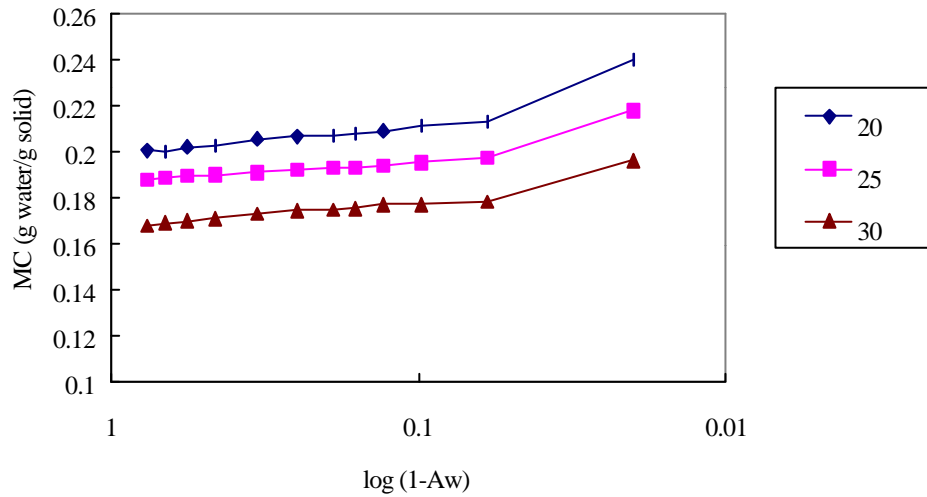


圖4 花粉在不同溫度之Smith線性方程式分析圖
 Fig. 4 Smith Sorption Isotherms of Pollen at Different Temperatures.

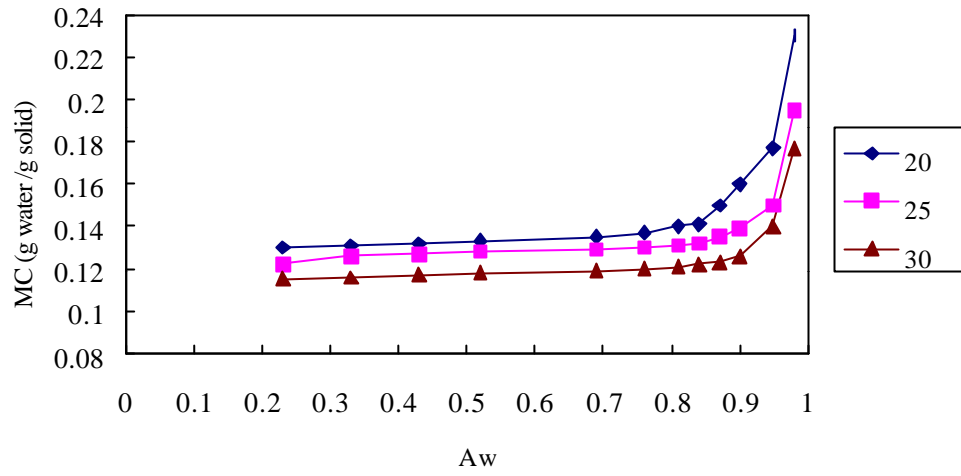


圖 5 蜂王乳在不同溫度(20 、 25 、 30)下之等溫線
 Fig. 5 Sorption Isotherms of Royal Jelly at Different Temperatures.

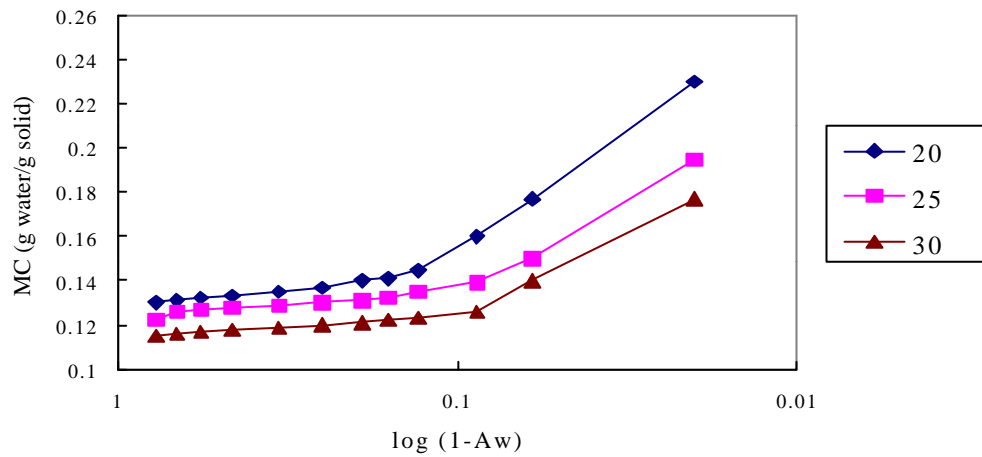


圖 6 蜂王乳在不同溫度之Smith線性方程式分析圖
 Fig. 6 Smith Sorption Isotherms of Royal Jelly at Different Temperatures.