

測中藥材在儲存時可能的性質改變。也可作為包裝系統選擇計算的依據。由表六與七結果可知微生物生長極限的水活性及產生毒素的水活性範圍。再配合中藥材儲存溫度的水分等溫吸濕曲線可以得知大部分的中藥材，若水活性控制在 0.6-0.7 以下，是可以防止微生物引起之腐敗問題。再由水分等溫吸濕曲線也可以估計中藥材保存的最高水分含量容許值。

為瞭解中藥材包裝的合適性，馮等（2008）曾測試十種市售中藥材：白芍，白果，黃芩，杏仁，川芎，山楂，柴胡，陳皮，丹參及大黃等的天然性質。樣品的水分含量及水活性測試結果如表八。結果顯示：除濕式白果以外，中藥材的水活性均低於 0.7，屬於中及低水活性物品。十種市售中藥材測試的等溫曲線，在室溫 25°C，如圖二。結果顯示：有九種中藥材飲片的水分等溫吸濕曲線非常類似，且糾集一起，僅杏仁為油脂類中藥材，其水分等溫吸濕曲線較偏下，也就是不易吸水。若以水活性 0.6 為界，大部份的水分含量為 10% 附近，但杏仁雖然水分含量不高（4.54%），但若再吸收的水分，即有機會發霉或腐敗。乾白果也有類似的結果。反觀含糖量較高的中藥材，如山楂，雖然水分含量高（14.3 %），若適當的控制環境的相對濕度，產品不再進一步吸水，仍可以有適當的保存期限。

表六 食品微生物生長之最低水活性

Table 6. Minimal  $a_w$  for Growth of Food Microorganisms

$a_w$	Microorganisms Inhibited at this $a_w$
0.95	<i>Bacillus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Shigella</i> , some yeasts
0.91	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Serratia</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , some molds, yeasts
0.87	<i>Micrococcus</i> , many yeasts
0.80	<i>Debaryomyces</i> , most <i>Saccharomyces</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
0.75	Most halophilic bacteria
0.65	Xerophilic molds
0.60	Osmophilic yeasts, few molds
$\leq 0.50$	No microbial growth

( adapted from Beuchat, 1981 )

表七 食品病原菌成長與產生毒素之最低水活性

 Table 7. Minimum  $a_w$  for the Growth of and Toxin Production from Selected Pathogenic Food Microorganisms

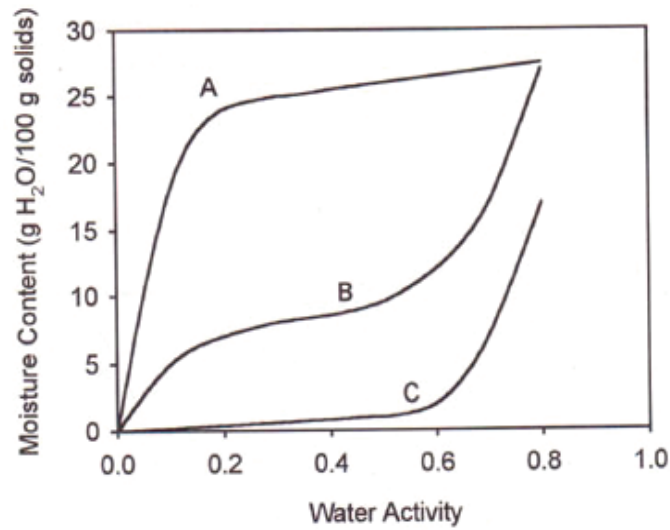
Microorganisms	Growth	Toxin Production
<i>Aspergillus clavatus</i>	0.85	0.99 (patulin)
<i>Aspergillus flavus</i>	0.78-0.80	0.83-0.87 (aflatoxin)
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0.76-0.83	0.83-0.87 (ochratoxin)
<i>Aspergillus parasiticus</i>	0.82	0.87 (aflatoxin)
<i>Bacillus cereus</i>	0.93-0.95	
<i>Clostridium botulinum</i> (type A)	0.93-0.95	0.94-0.95
<i>Clostridium botulinum</i> (type E)	0.95-0.97	0.97
<i>Clostridium perfringens</i>	0.93-0.95	
<i>Penicillium expansum</i>	0.83-0.85	0.99 (patulin)
<i>Penicillium patulum</i>	0.81-0.85	0.95 (patulin)
<i>Salmonella spp.</i>	0.92-0.95	
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86	0.87-0.90 (enterotoxin A)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	

(adapted from Beuchat, 1981)

表八 市售中藥材水活性與水分含量分析

Table 8. Water activity and moisture content of ten Chinese herbal medicines from local market.

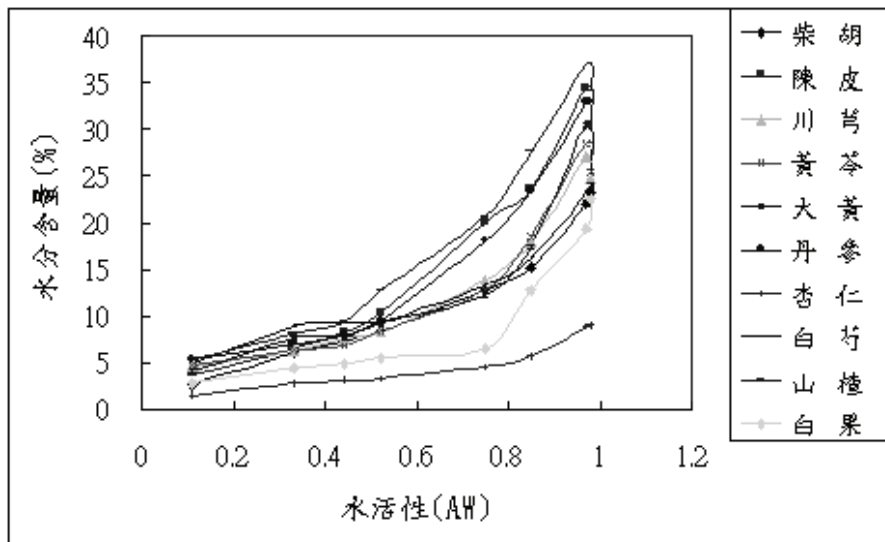
中藥材	白芍	白果	黃芩	杏仁	川芎
水活性 $A_w$	0.71	0.94	0.56	0.51	0.65
水分含量 (%)	12.39±0.01	30.91±1.08	8.32±0.29	2.65±0.44	10.56±0.17
中藥材	山楂	柴胡	陳皮	丹參	大黃
水活性 $A_w$	0.61	0.57	0.45	0.60	0.64
水分含量 (%)	14.26±0.83	8.48±0.20	7.81±0.06	11.19±0.35	10.72±0.84



圖一 水分等溫吸濕曲線的分類 (A : 第一型、B : 第二型、C : 第三型)  
(摘自 Bell & Labuza, 2000)

Figure 1. Classification of moisture sorption isotherm:

A = type I, B = type II, C = type III ( adapted from Bell & Labuza, 2000 )



圖二 市售十種中藥材等溫吸濕曲線圖

Figure 2. Moisture sorption isotherms of ten Chinese herbal medicines from local market.