

表五 四種藥材不同月份黴菌總數觀察

Table 5. Observation of mold count of 4 Chinese herbal medicines at various month.

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
溫度(°C)	13.1	14.7	17.8	21.8	25.5	27.3	28.5	28.2	27.1	23.8	19.3	15.2
溼度(%)	56	61	68	82	85	89	81	77	68	64	41	58
黴菌總數 (個/克)	17	20	32	45	81	86	78	83	61	47	19	22

(楊容根, 1997)

參、中藥材的水分吸附與水活性

水分是中藥材成分的一種。但水分與其他成分不同的是水分可以自空氣吸附或脫除到空氣。也就是中藥材的水可以和四周空氣的水互相交換。這種可以交換的水被稱為“自由水”(free water)。相對於自由水，中藥材中不能移除的水，被稱為“結合水”(bond water)。由於中藥材大都含有一定比例的自由水，可以與四周空氣交換。因此表一的實驗才會顯示在一定溫度及溼度時，有些中藥材會吸水，有些則會脫水。這些試驗都是在密閉的控制環境進行，經過一段長時間的儲存，直到中藥材的水分含量維持恆定為止。環境箱的相對溼度(relative humidity, RH)是恆定的。(75 或 84%)，相對濕度的定義是

$$\%RH = \frac{P_{H_2O}}{P_o} * 100$$

P_{H_2O} 是環境箱內空氣中水氣的分壓。 P_o 是相同溫度下，空氣中的飽和水蒸汽分壓。 P_o 是溫度的函數，在工程圖表參考書可以查到。在 100%RH 時， $P_o = P_{H_2O}$ 。

假設在上述相同的試驗條件，若將黨參與枸杞放在一起。由表一可知在 75%RH，35°C 時，黨參會脫水(-7.34g)而枸杞會吸水(8.34g)。那兩者放在一起時，他們是否會交換水分，直到兩者的水分含量相同為止？或是不會交換水分？為什麼呢(Bell and Labuza, 2000)？事實上，當試驗達到平衡狀態時，兩者的各有自己的水分含量，且水分含量也

不會再變動。原因是在平衡狀態，空氣中的水氣與黨參及枸杞的自由水達成化學勢能相等的狀態。在動態互相交換的水分子，吸附的量與脫除的量相等，以致於，空氣及兩種中藥材的水分含量，各自維持固定不變。這種熱力學的平衡狀態可表示為 $\mu = \mu_0 + RT \ln(a)$ ，其中 μ_0 代表在標準狀態的化學勢能 (J/mol)，R 是氣體常數，T 是絕對溫度 (K=°C+273.15)。而 a 是熱力學活性常數 (activity constant)，是一種物質的特性常數。由化學勢能的定義可知 μ 是溫度的函數，若溫度固定，則 μ 值固定。由前述範例可知 $(\mu)_{\text{黨參}} = (\mu)_{\text{枸杞}} = (\mu)_{\text{空氣}}$ 。因為溫度相同，所以 $(a_w)_{\text{黨參}} = (a_w)_{\text{枸杞}} = (a_w)_{\text{空氣}}$ 。這種化學勢能的相同且活性常數相同的意義是系統中三個物質相互交換水分的驅動力是相同的。也就是三個物質的水分活性是相同。或簡稱水活性相等。若類比於空氣的相對濕度定義。將中藥材在 100%飽和狀態的水活性定義為 1。則水活性可表示為

$$a_w = \frac{P_{H_2O}}{P_o}$$

因此

$$a_w = \frac{\%RH}{100}$$

由於以上的定義都假設是在熱力學平衡的狀態。因此水活性是一種平衡狀態的性質。此時，中藥材所含的水分含量稱為平衡水分含量 (equilibrium moisture content, EMC)。總而言之，中藥材的水活性 (Water Activity, a_w) 是指在密閉空間中 (如密閉容器或包裝容器)，中藥材的平衡蒸氣壓與相同溫度純水飽和蒸氣壓的比值。所以，純水的水活性等於 1.0。

肆、水活性與中藥材保存

由於水活性是測定中藥材可以自由進出水分子與四周環境交換的能力，而這類水分子，對微生物的生長和存活是必需的。在日常生活中，大部份生鮮的食品水活性是 0.99，新鮮食品可藉由添加糖或鹽等物質降低食品的水活性至 0.95-0.75，烘烤食品也可將水活性降至 0.75-0.65，乾燥加工製成的脫水食品 (水果乾、肉乾) 可進一步將水活性降至