中藥材水活性及保存性質之探討

馮臨惠

國立宜蘭大學食品科學系副教授

摘　　要

中藥材主要來自天然的植物、動物及礦物，除作爲醫療用途外，中藥材也是膳食補養的食材。中藥材受到原有生產地採後處理不良，或在包裝、運輸、貯存過程不當的措施造成品質劣變或微生物污染，影響藥材之使用功能。尤其，微生物污染會造成藥材成分降低或改變，甚至微生物產生的毒素，影響藥材之安全性。因此，藥材從栽種的環境、採收後處理、包裝後的儲藏等過程可能都會影響中藥材之安全品質。尋求最適化的中藥材包裝和貯存條件對維持藥材品質而言是重要課題。本文探討中藥材的水活性與保存性質兩者的相關性。由文獻試驗資料得知：中藥材的保存性質，除了與中藥材本身的屬性有關以外，也受儲存環境的溫度與相對溼度的影響。因此，水活性可用爲研究中藥材保存的重要因子。因此，中藥材的水活性是指，在密閉空間，中藥材平衡蒸氣壓與相同溫度純水飽和蒸氣壓的比值。此外，也可將中藥材水活性與平衡水分含量繪製水分等溫吸濕曲線。水分等溫吸濕曲線是一項非常有價值的工具，可以作爲預測中藥材在儲存時可能的性質改變。也可作爲包裝系統選擇計算的依據。爲瞭解食用中藥材水活性與等溫吸濕性質，針對 10 種中藥材（白芍，白果，黃芩，杏仁，川芎，山楂，柴胡，陳皮，丹參及大黃），進行水活性及等溫吸濕性質測試。結果顯示：10 種市售中藥材形態都爲薄片型植物的片狀物或球狀乾燥果實。樣品水分含量及水活性測試結果顯示：除濕式白果外，其餘九種中藥材的水活性均低於 0.7，屬於中低水活性產品。水分等溫曲線（25℃）測試結果顯示：若以水活性 0.6 爲界，大部份中藥材的平衡水分含量在 10~15％附近。

除了杏仁，爲高油脂類的中藥材，其平衡水分含量不高爲 4.5%。

關鍵字：中藥材、水活性、保存性質
Key Word：Chinese herbal medicine, Water activity, preservation

壹、前　　言

中藥材主要來自天然的植物、動物及礦物，除作爲醫療用途外，國內消費者也以中藥材爲膳食補養的食材。近年來世界各國皆十分重視傳統草藥製藥產業，尤其中國大陸藉由中藥材產地的優勢，正積極的經由研究發展推廣等方式，建立生產規範以擴大產業發展。而世界各國之研究單位亦不斷發表傳統醫學的相關文章，據資料更顯示全球有半數以上之人口使用中草藥，發展中草藥製藥產業將是未來最具潛力的產業之一[17,19]。中藥材受到原有生產地採後處理不良，或在包裝、運輸、貯存過程不當的措施造成品質劣變或微生物污染，影響藥材之使用功能。尤其，微生物污染會造成藥材成分降低或改變，甚至微生物產生的毒素，影響藥材之安全性。因此，藥材從栽種的環境、採收後處理、包裝後的儲藏等過程可能都會影響中藥材之安全品質。目前國內法規對中藥材並無特定規定的包裝貯藏條件，廠商多半以簡易包裝方式儲存與流通，因此，尋求最適化的中藥材包裝和貯存條件對維持藥材品質而言是重要課題（周鳳英等，1999）。

由於，國內有關中藥材包裝貯藏方面的技術資料甚缺，對於每種中藥材的保存條件也僅簡易記載，不利後續有關包裝中藥材發展推廣工作的需要。在收集彙整國內、外有關中藥材包裝與保存條件之研究發展文獻技術資料方面，發現有關中藥材的包裝與保存條件之學術研究資料非常有限。有關中藥材包裝與保存之條件散見於中藥材炮製學的章節。其中，有關中草藥材變質的現象與原因被分爲十種，包括：蟲蛀、發霉、變色、泛油、散氣、風化、潮解溶化、粘黏、失潤及腐敗等。

資料也顯示中藥材飲片傳統均採用麻袋、PP 編織袋、木箱、紙箱等大劑量包裝，包裝的規格雜亂無章，沒有統一的標準，藥材耗損、飲片污染，甚至霉變、蟲

蛀等現象時有發生，使中藥材飲片品質難以保證。進一步分析有關單一藥材的保存條件的細部條件（如環境溫度、濕度等）的資料則非常有限，大部分的書籍僅就保存的條件僅僅說明“置通風乾燥處”或再加上“防蟲蛀”或“防霉”等。少數特殊的藥材或飲片（如巴豆霜）會列有特殊的保存要求。考量其原因是：自古中藥材都是以“乾燥”爲主要的保存技術，乾燥加工法是以降低中藥材的水分含量爲控制的主要項目，以傳統的工藝技術而言，只要控制得當，是一種有效且務實的方法。但當儲存環境條件改變，例如儲存地點的大氣濕度提高（雨季或初春的潮濕空氣），就很容易造成中藥材吸水回潮，進而造成儲存期間的發霉、潮解、粘黏及腐敗等現象。以現代天然物品保存技術的角度來看，這些問題均可用產品“水活性”（water activity）控制解釋。又由包裝保存技術而言，包裝中藥材或飲片要得到適當的保存期限，只要包裝前將產品加工調整到適當的水活性，再藉包裝阻隔控制水分的遷移（防潮），就可以達到保存之目標。然而，有關中藥材水活性的研究資料仍非常有限。因此，本文擬探討中藥材的水活性與保存性質兩者的相關性。

貳、中藥材的含水量、保存環境條件與變質的相關性

各類中藥材都含有一定的水分，由於水分會引起中藥材之生物性、化學性及物理性的反應，因此水分含量的多寡自然會影響中藥材的品質。王虹等（1992）將 12 種中藥飲片分成四類（澱粉類、纖維類、油脂類、含糖類），貯存在溫度 25 及 35℃，相對濕度 75、84 及 100％的環境，測試分析中藥材的吸水性（表一）、安全水分含量（表二）及霉變情況（表三及四）。結果顯示：吸水性高低的順序爲含糖類＞纖維類＞澱粉類＞油脂類。安全水分含量的大小爲含糖類＞澱粉類＞纖維類＞油脂類。霉變的發生的容易性爲含糖類＞纖維類＞油脂類＞澱粉類。楊容根（1997）的觀察（表五）也顯示：隨季節的室溫不同（平均室溫由 13.1 到 28.5℃）及相對濕度的不同（由 56 到 89％）試驗之四種中藥材的總霉菌數也由 16 升到 86 個／克。由以上的試驗與觀察得知：中藥材的保存性質，除了與中藥材本身的屬性有關以外，也受儲存環境的溫度與相對溼度的影響。

表一　十二種飲片在觀察時間內吸水量的變化（ $\overline{X}$ ±SD%）

Table 1. Moisture uptake of 12 Chinese herbal medicines at different conditions.

樣　品	原含水量(%)	R.H 75.3%		R.H 84.3%		安全水份(%)
		25 °C	35 °C	25 °C	35 °C	
山藥 Doiscorea opposta	12.58	3.89±0.54	2.06±0.25	4.01±0.65	4.97±0.14	16
天花粉 Trichosanthes kirilowii	16.14	0.20±0.15	1.62±0.34	7.40±3.19	4.97±0.50	16
半夏 Pinellia ternate	11.94	5.01±0.64	1.23±0.18	18.00±8.01	2.49±0.67	17
甘草 Glycyrrhiza uralensis	8.64	8.15±6.75	2.55±0.40	9.90±2.95	13.31±4.38	16
黃芪 Astraglus membranaceus	6.23	7.59±1.46	3.84±0.28	29.20±12.2	11.64±11.56	14
金銀花 Lonicera japonica	13.92	2.62±0.48	5.76±0.27	11.79±4.10	9.47±6.21	14
桃仁 Prunus persica	5.47	0.88±0.31	1.00±0.00	36.29±20.89	3.24±1.88	6
杏仁 Prunus armeniaca	6.04	0.72±0.23	1.58±1.00	5.35±1.72	2.73±0.44	6.5
柏子仁 Platycladus orientalis	6.67	4.69±3.28	1.01±0.62	2.73±0.44	1.50±1.16	7
黨蔘 Codonopsis pilosula	17.07	17.00±16.2	-7.34±7.42	12.39±5.38	3.15±9.9	19
枸杞 Lycium barbarum	14.21	19.32±7.33	8.34±8.23	26.67±10.32	-0.25±2.90	18
懷牛膝 Achyranthes bidentata	17.20	18.17±13.46	6.49±0.68	14.72±6.49	0.44±9.1	19

（王虹，1992）

表二　山藥在不同條件下吸水量（%）

Table 2. Moisture uptake of Chinese yam at different conditions.

溫度	觀察日數(天)	2	3	4	6	8	10	15	17	19	24	28
25 °C	R.H 75.3%	2.63	3.93	3.82	3.72	3.92	3.89	3.88	3.87	3.80	4.5	4.88
	R.H 84.3%	3.21	3.42	3.45	3.68	3.79	3.99	3.98	3.93	4.41	4.92	5.34
35 °C	觀察日數(天)	5	7	9	11	13	18	21	24	28		
	R.H 75.3%	1.97	1.73	1.96	1.88	2.28	2.61	2.18	1.97	2.01		
	R.H 84.3%	4.94	5.26	4.87	4.73	4.99	4.98	5.01	4.94	4.99		

（王虹，1992）

表三　十二種飲片不同條件下黴變情況（溫度 35℃）

Table 3. Mold growth of 12 CHMs at different ％RH（Temperature = 35℃）

藥材名稱	R.H 75.3％		R.H 84.3％		R.H 100％	
	天數	霉變情況	天數	霉變情況	天數	霉變情況
山藥	28	無黴菌發展	28	無黴菌發展	3 28	酵母、根霉、毛霉開始生長 霉菌生長一般
天花粉	28	無	4 28	阿姆斯特丹麴黴生長 藥材大部分生黴	3 28	酵母開始生長 酵母發展很好
半夏	28	無	28	無	6 28	酵母開始生長 生長很好
甘草	28	無黴菌發展	9 28	阿姆斯特丹麴黴開始生長 全部黴變，生長很好	5 6 28	酵母開始生長 侷限麴黴，煙麴黴開始生長 黴菌生長一樣
黃芪	28	無	11 28	阿姆斯特丹麴黴開始生長 全部生黴，黴菌生長好	3 28	酵母生長 生長很好
金銀花	28	無	28	阿姆斯特丹麴黴開始生長，部分藥材生黴	3 5 28	黑麴黴開始生長 黃麴黴 生長很好
桃仁	28	無	28	無	9 28	酵母、黃麴黴生長 黴菌生長
杏仁	28	無	10 28	阿姆斯特丹麴黴 霉菌生長不好	5 28	似青黴、染色麴黴 黴菌生長不好
柏子仁	12 28	黃麴黴、黑麴黴 藥材大部分生黴、生長一般	4 28	黃麴黴、黑麴黴 全部生黴、生長一般	9 28	可見黃黃麴黴、煙麴黴 黴菌較好
黨蔘	4 8	可見極少菌絲 菌絲生長一般	3 28	阿姆斯特丹麴黴 部分生黴、生長一般	3 28	根黴、毛黴、酵母 生長較好
枸杞	17 28	酵母開始生長 全面生長，長勢一般	10 18 28	酵母開始生長 阿姆斯特丹麴黴 全部生黴，生長一般	3 28	酵母開始生長 生長較好
懷牛膝	20 28	阿姆斯特丹麴黴 大部分生黴，生長一般	12 28	煙麴黴、阿姆斯特丹麴黴 全部生黴，生長一般	7 28	煙麴黴、侷限麴黴、黃麴黴 生長很好

（王虹，1992）

表四　十二種飲片不同條件下黴變情況（溫度 25 ℃）

Table 4. Mold growth of 12 Chinese herbal medicines at different ％RH （Temperature = 25℃）

藥材名稱	R.H 75.3％		R.H 84.3％		R.H 100％	
	天數	霉變情況	天數	霉變情況	天數	霉變情況
山藥	28	無黴菌發展	24 28	可見阿姆斯特丹麴黴 黴菌生長不好	3 28	根霉迅速發展 生長很好
天花粉	28	無	14 28	可見阿姆斯特丹麴黴 黴菌生長不好	3 28	酵母生長好 酵母生長很好
半夏	28	無	28	無黴菌生長	20 28	酵母生長為主 酵母生長很好
甘草	28	無	14 28	阿姆斯特丹麴黴開始生長 黴菌生長不好	3 4 28	酵母開始生長 可見毛黴 黴菌生長極好
黃芪	28	無	16 28	可見赤麴黴 黴菌生長不好、不顯著	3 28	黑根黴生長為主 生長極好
金銀花	28	無	16	阿姆斯特丹麴黴	5	可見交鏈孢黴、毛黴
桃仁	28	無	23 28	可見阿姆斯特丹麴黴、黑麴黴 生長一般	6 28	黑麴黴開始生長 生長較好
杏仁	28	無	16 28	阿姆斯特丹麴黴、米麴黴 生長較差	5	酵母生長為主
柏子仁	13	根霉開始生長	10 28	黑麴黴、 褶青黴 生長一般	3	根霉、毛黴、酵母
黨蔘	28	無黴菌生長	16	阿姆斯特丹麴黴、毛黴	2 11	根黴迅速生長 可見煙麴黴
枸杞	28	無	18 28	阿姆斯特丹麴黴 生長較好	2 3	根黴、毛黴生長 可見煙麴黴
懷牛膝	28	無	18 28	黑麴黴生長 生長一般	5 6 28	黑麴黴、煙麴黴 圓孤青黴、黃麴黴 黴菌生長較好

（王虹，1992）

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（℃）	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爲“自由水”（free water）。相對於自由水，中藥材中不能移除的水，被稱爲“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爲止。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歷。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℃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爲止？或是不會交換水分？爲什麼呢（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爲 $\mu = \mu_0 + RT\ln(a)$，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=℃+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（μ）黨參=（μ）枸杞=（μ）空氣。因爲溫度相同，所以（a_w）黨參 = （a_w）枸杞 = （a_w）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爲 1。則水活性可表示爲

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

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爲平衡水分含量（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

0.65-0.60，甚至更低。如乾麵條（水分含量 12%，水活性 0.5）、香辛料（水分含量 10%，水活性 0.5）、餅乾與麵包粉（水分含量 3-5%，水活性 0.3）及奶粉（水分含量 2-3%，水活性 0.2），在這種水活性條件微生物已不再增殖。低水活性食品的保存期限也因此可以延長，不會產生微生物腐敗的現象。因爲大部分的細菌、酵母菌、黴菌及耐滲透壓酵母菌生長的最低水活性需求都高於 0.6。因此如果將加工食品或中藥材的水活性降至 0.5 以下，這類產品就沒有機會讓微生物繁殖造成腐敗。

由於每種微生物都有一個極限水活性值（limiting a_w），低於極限值微生物就不會生長、生成孢子或產生毒素。表六與七列出各類常見微生物的生長極限及產生毒素水活性範圍。水活性可以影響微生物四個主要的生長循環增殖期（growth cycle phases）：誘導期（lag phase）、對數增殖期（logarithmic growth phase）、定常期許（stationary phase）及減衰期（decline phase），包括影響微生物的萌芽時間、誘導期的長短、對數增殖速率、定常期的微生物量及減衰速率。一般而言，降低水活性會延長誘導期，降低對數增殖速率及定常期的微生物最大量（Robertson，2005）。其他外在的因素包括溫度、氧氣濃度及炮製處理等，相對於水活性，也會影響中藥材的微生物腐敗。這些因素可以相互的作用形成複雜的關係影響微生物的生長或死滅或產生毒素。

伍、中藥材飲片的水活性與等溫吸濕曲線

若將中藥材在不同水活性的平衡水分含量資料繪製圖表，如圖一，可得到該中藥材的吸溼曲線。而如前所述中藥材的水活性是溫度的函數。因此，每一個溫度都可以繪製一條曲線，被稱爲該中藥材在該溫度的水分等溫吸濕曲線（moisture sorption isotherm）。對大部分的中藥材而言，這條曲線呈現 S 型的形狀，是一種第二型的等溫吸附曲線（type II isotherm）。這條特殊的 S 曲線是由中藥材與水分子吸附的依數效應 （colligative effect）、毛細效應（capillary effect）及表面與水交互作用 （surface-water interaction）等物理作用合併產生的。在曲線中有兩個彎曲點（bend），一個在 a_w0.2-0.4，另一個在 0.65-.075。兩者是由水分子的不同物理化學效應形成，也就是在這兩點水的吸附方式有顯著性的改變（Bell，2000）。水分等溫吸濕曲線是一項非常有價值的工具，可以作爲預

測中藥材在儲存時可能的性質改變。也可作爲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。

爲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℃，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，僅杏仁爲油脂類中藥材，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 爲界，大部份的水分含量爲 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	*Bacillus, Clostridium perfingens, Escherichia, Klebsiella, Proteus, Pseudomonas, Shigella,* some yeasts
0.91	*Clostridium botulinum, Lactobacillus, Pediococcus, Salmonella, Serratia, Vibrio parahaemolyticus,* some molds, yeasts
0.87	*Micrococcus,* many yeasts
0.80	*Debaryomyces,* most *Saccharomyces, Staphylococcus aureus*
0.75	Most halopilic bacteria
0.65	Xerophilic molds
0.60	Osmopilic yeasts, few molds
≦ 0.50	No microbial groeth

（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 aw for the Growth of and Toxin Production from Selected Pathogenic Food Microorganisms

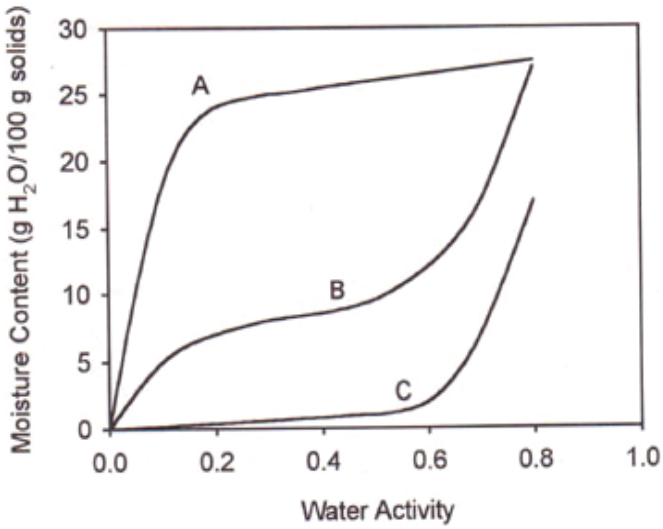
Microorganisms	Growth	Toxin Production
Aspergillus clavstus	0.85	0.99（patulin）
Aspergillus flavus	0.78-0.80	0.83-0.87（aflatoxin）
Aspergillus ochraceus	0.76-0.83	0.83-0.87（ochratoxin）
Aspergillus parasiticus	0.82	0.87（aflatoxin）
Bacillus cereus	0.93-0.95	
Clostridium botulinum　（type A）	0.93-0.95	0.94-0.95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

中藥材	白芍	白 果	黃 芩	杏 仁	川 芎
水活性 Aw	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

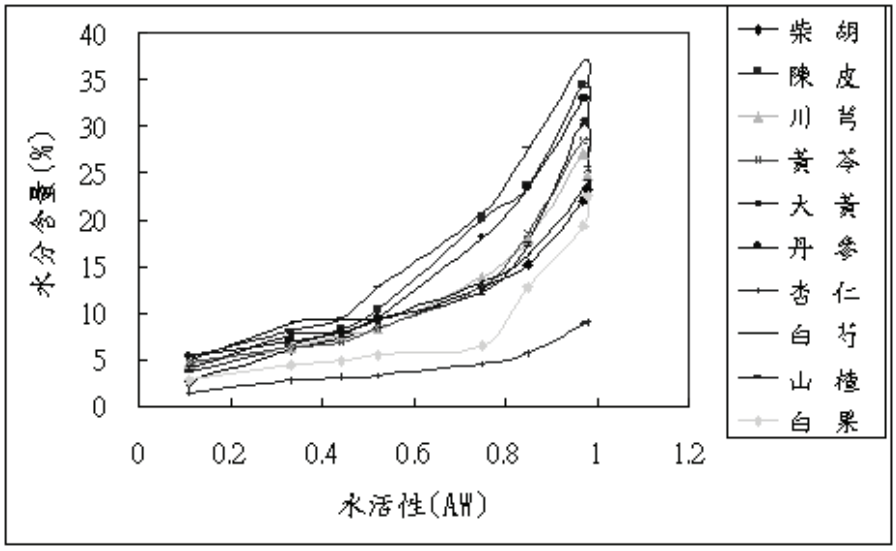


圖一　水分等溫吸濕曲線的分類（A：第一型、B：第二型、C：第三型）

（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.

陸、結　　語

中藥材主要來自天然植物、動物及礦物，若藥材處理不良，在包裝、運輸、貯存過程中會造成品質劣變或微生物污染，影響藥材之使用功能。微生物滋生會造成藥材成分變質，甚至產生毒素，影響藥材安全性。中藥材都含有一定水分，會引起或促進中藥材生物性、化學性及物理性反應，因此水分含量會影響中藥材品質。中藥材的保存性質與中藥材本身屬性有關，也受儲存環境溫度與相對溼度影響。在熱力學平衡狀態，由化學勢能平衡的概念可以推出中藥材的水活性：a_w 是指在密閉空間，中藥材的平衡蒸氣壓與相同溫度純水飽和蒸氣壓的比值。由於每種微生物都有一個極限水活性值（limiting a_w），低於極限值微生物就不會生長、生成孢子或產生毒素。降低水活性會延長誘導期，降低對數增殖速率及定常期的微生物最大量。其他外在因素（包括溫度、氧氣濃度及炮製處理等），相對於水活性，也會影響中藥材的微生物腐敗。這些因素可以相互的作用形成複雜的關係，進而影響微生物的生長或死滅或產生毒素。將中藥材之水活性與平衡水分含量資料可繪製中藥材的水分等溫吸濕曲線（moisture sorption isotherm）。而如前所述中藥材的水活性是溫度的函數。因此，每一個溫度都可以繪製一條曲線，被稱爲該中藥材在該溫度的水分等溫吸濕曲線（moisture sorption isotherm）。等溫吸濕曲線（moisture sorption isotherm）。水分等溫吸濕曲線是一項非常有價值的工具，可以作爲預測中藥材在儲存時可能的性質改變。也可作爲包裝系統選擇計算的依據。種市售中藥材的水分含量及水活性測試結果顯示：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。十種市售中藥材的等溫曲線結果顯示：有九種中藥材飲片的水分等溫吸濕曲線非常類似，僅杏仁水分等溫吸濕曲線較不易吸水。若以水活性 0.6 爲界，大部份的水分含量爲 10%附近。若適當的控制環境的相對濕度，產品不再吸水，仍可以有適當的保存期限。

中藥材自古即以乾燥成低水活性的產品得以長期保存，由十種中藥材的等溫吸濕曲線及現有產品的水活性分析，簡易實用的聚乙烯或聚丙烯塑膠袋包裝隔絕外界的水氣入侵已經足夠。若能在藥材乾燥或炮製後，適當的控制原料的總微生物數量及水活性在 0.5 以下，並控制包裝製程的環境條件（如相對濕度（50%以下、空氣中微生物量、溫度、工作人員衛生條件等），則可避免長途運輸中微生物大量滋生，可以延長產品保存期限、

保持藥材品質。對於含有油脂的中藥材（如杏仁等）則應考慮使用具有氣體阻隔性的積層塑膠袋（如 Nylon/LLDPE、Nylon/EVOH/LDPE 類），並適當的使用吸氧劑小包，可以延緩中藥材的油耗味，若要完全防止中藥材的泛油現象，低溫冷藏貯藏仍是較佳的方法。

參考文獻

王　虹，呂　峰。1992。十二種中藥飲片防霉貯存條件實驗研究。中藥材，15（8）：26-30。

周鳳英，鍾曉萍，衛元耀，陳崇哲，張咸國。1999。枸杞鈷六十輻射滅菌。核子科學。36：302-308。

楊容根，曾富安。1997。四種藥材霉變狀況的實驗觀察。中藥材，20（12）：615。

馮臨惠。2006。如何選擇適當的包裝系統，中藥產品儲存包裝標示研討會，行政院衛生署中醫藥委員會，2006/09/09。

馮臨惠，呂宜靜。2008。市售食用中藥材水活性及吸濕保存性質之探討。臺灣食品科技學會第三十八次年會論文。

Bell and Labuza, 2000. Moisture sorption : practical aspects of isotherm measurement and use. AACC St. Paul, MN 55121-2097, USA.

Beuchat, L.R. 1981. Microbial stability as affected by water activiy. Cereal Foods World 26:345-349.

Coles, R., McDowell, D., and Kirwan, M.J. 2003. Food packaging technology. Blackwell Pub. Ltd. Oxford UK.

Hanlon, J.F. 1992. Handbook of Package Engineering. (2nd Ed). Technomic Publishing Company. Lancaster, PA 17604, U.S.A.

Robertson, G.L. 2005. Food Packaging : Principles and Practice. Marcel Dekker, Inc. New York.

Study on Water Activity and Preservation of Chinese herbal medicines

Abstract

Chinese herbal medicines （CHMs） were made from natural materials. The quality of CHMs has deteriorated with microbial contamination by improperly postharvest handling, packing, transporting and storing. Those would affect the functions or properties of CHMs. Especially, the toxin production by the microbial growth would cause safety issue of CHMs. Therefore, the research on the proper conditions for packaging and storing CHMs is a important topic to preserve the quality of CHMs. The correlation between the water activity and preservation of CHMs will be discussed in this presentation. Date from literature search showed that the quality preservation of CHMs was affected by the temperature and relative humility of storage environment besides the natural properties of CHMs. So, the water activity of CHMs is a important parameter need to be studied, since the definition of water activity is the ratio of the water vapor pressure of the CHMs to the vapor pressure of pure water at the same temperature. Also, the equilibrium moisture content of CHMs could be plotted against the corresponding water activity at constant temperature, a moisture sorption isotherm results. The moisture sorption isotherm is an extremely valuable tool to predict potential changes in CHMs stability, as well as to select packaging for CHMs. Ten of traditional CHMs, including Rhei Rhizoma, Crataegus Fructus, Ligustici Rhizoma, Salvia miltiorrhizae Radix, Paeoniae Radix Alba, Ginkgo biloba, Armeniacae Semen, Bupleurum spp., Citri Reticulatae Pericarpium, Scutellariae Radix were selected to study the the water activity and moisture sorption isotherm. The results showed that, besides Ginkgo biloba packed in water, the water activities of nine

CHMs were below 0.7 which could be classifies as low aw products. The results of moisture sorption isotherm studies （at 25℃） showed that the equilibrium moisture content were between 10 to 15％ at water activity 0.6 for nine of ten CHMs. The the equilibrium moisture content was 4.5％ at water activity 0.6 for Armeniacae Semen which is high oil content CHMs.

Key Word: Chinese herbal medicine, Water activity, preservation