

安捷倫應用解決方案

分析綜合維生素錠所含水溶性維生素供營養標示

應用註解

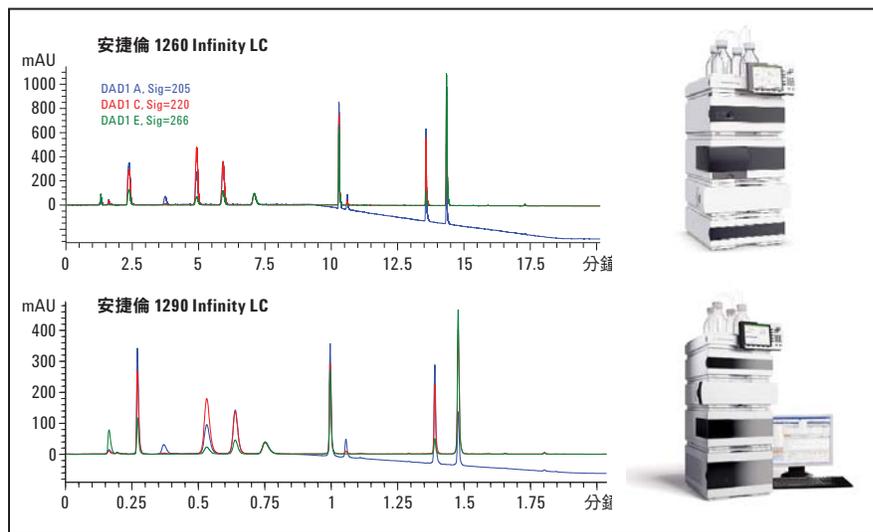
食品

作者

Siji Joseph,

Agilent Technologies, Inc.

印度班加羅爾 (Bangalore)



摘要

本文說明的應用解決方案，是用於執行水溶性維生素的定性與定量分析。我們開發耐用的單一逆相高效能液相層析 (RPHPLC) 方法，可同時判定 10 種不同維生素，有別於單獨分析特定成分的傳統方法。安捷倫 1260 Infinity LC 系統搭配使用安捷倫 Poroshell EC-C18 管柱，執行其中的分離與定量作業。偵測使用光二極體陣列偵測器 (DAD)，於波長 200 至 640 nm 的範圍內偵測。由於每種維生素的最大吸收波長不同，因此選擇以 8 種不同波長進行擷取。本方法已獲得部分驗證，適用於綜合維生素營養標示所需的分析作業。已建立各種維生素的偵測極限 (LOD)、定量極限 (LOQ) 和線性。此方法可有效移轉，採改較短的超高壓液相層析 (UHPLC) 方法，即使用安捷倫 1290 Infinity LC 系統，並搭配安捷倫方法移轉軟體 (Agilent Method Translator)。



Agilent Technologies

緒論

維生素是一系列小型的有機分子，屬於生命必備的微量營養物質，並扮演特定角色維持正常的健康及成長。由於人體無法自然合成這些維生素，因此飲食必須均衡，才能確保維持人類所需的維生素攝取量。不過，飲食習慣偏差，會不時地導致維生素攝取不足。此種情況下，尚能在市面購買綜合維生素錠，適度補充維生素。不過，缺乏維生素固然會致病，服用過量同樣危害健康。食品藥物管理局 (FDA) 強制規定，綜合維生素的維生素成分，應予說明、標示。這點明確突顯了高效檢驗方法定量維生素的重要性，其目的不外乎滿足 FDA 的營養標示規範。

已有多種不同的傳統分析方法，可用於分析個別維生素或一小群的維生素。這些方法大部分都包含冗長的樣品製備作業，並且不具特定性。即時、同步、可靠地分析多種維生素，並不是簡單的任務，畢竟各種維生素的化學屬性並不相同。維生素營養品的維生素濃度範圍寬廣（從較低的微克至較高的毫克），尤其使得分析作業難度提升。部分維生素的穩定性、基質複雜性與可溶性則帶來了其他的瓶頸。

我們在此說明耗時約 20 分鐘的單一方法，具備穩定耐變的特性，可利用 UV 偵測同時判定 10 種水溶性維生素。

方法

儀器與軟體

使用包含下列模組的安捷倫 1260 Infinity LC 系統：

- 安捷倫 1260 系列四元幫浦及真空除氣裝置 (G1311B)
- 安捷倫 1260 系列高效能自動進樣器 (G1367E)
- 安捷倫 1260 系列柱溫箱 (G1316C)
- 安捷倫 1260 系列光二極體陣列偵測器 (G4212B) 搭配 MaxLight 流動液槽 (60 mm 光徑長度) (G4212-60007)
- Poroshell 120 ECC18 管柱
- 3.0 mm × 150 mm, 2.7 μm (p/n 693975-302)
- UHPLC 分析使用安捷倫 1290 Infinity LC 系統開發及執行
- 安捷倫 1290 Infinity 二元幫浦搭配整合式真空除氣裝置 (G4220 A) 及 100 μL Jet Weaver 混合器
- 安捷倫 1290 Infinity 高效能自動進樣器 (G4226A)

- 安捷倫 1290 Infinity 柱溫箱 (G1316C)
- 安捷倫 1290 Infinity 光二極體陣列偵測器 (G4212A) 搭配 MaxLight 流動液槽 (1.0 μL 容量, 10 mm 路徑長度) (G4212-60008)
- Poroshell 120 ECC18 管柱，內徑 2.1 mm，長度 75 mm，包覆 2.7μm 顆粒 (p/n 697775-902)

兩種系統均使用安捷倫 ChemStation B.04.02 控制。

試劑及材料

使用的化學物質及溶劑均為 HPLC 等級，並使用 Milli Q 水純化系統 (Millipore Elix 10 機型，美國) 處理的高度純化水。乙腈 (濃度梯度等級) 是向 LabScan (泰國曼谷廠房) 購買，磷酸氫二鉀則是向 Fluka (德國) 購買。磷酸是向 Fluka (瑞士) 購買，氫氧化鈉則是由 Sigma (德國) 購買。抗壞血酸 (C)、菸鹼酸 (B3)、泛酸鈣 (B5)、吡哆醇 (B6)、菸鹼醯胺 (B3)、硫胺 (B)、葉酸 (B9)、生物素 (B7)、氰鈷胺素 (B12) 及核黃素 (B2) 的標準品是向 Aldrich (印度) 購買。

層析參數

逆相液相層析及 UHPLC 使用的層析參數請參閱表 1。

水溶性維生素標準品

抗壞血酸、菸鹼酸、泛酸鈣、吡哆醇、菸鹼醯胺、硫胺、葉酸、生物素、氰鈷胺素，以及核黃素等維生素標準品均個別製備；製備時正確秤重約 50 mg 的維生素粉，並將其移轉至 25mL 的定量瓶。加入 Milli Q 水形成 2.0 mg/mL (2000 ppm) 的儲備溶液。必要時將進行超音波震盪。葉酸在水中不容易成為游離酸，因此溶解度差。為了讓葉酸轉換為葉酸鹽，首先將標準品溶解於 20 mL 的 Milli Q 水，並加入最低 0.25 M 的氫氧化鈉，使葉酸化為葉酸鈉。加入 Milli Q 水產生 2.0 mg/mL 溶液。製作標準品溶液，生物素與核黃素也遵循類似方法處理。水溶性維生素的儲備溶液，未使用時儲存於 + 4.0 °C。每種標準品約取 200 µL 進行精確混合，以獲得 2000 µL 的水溶性維生素添加混合物，且濃度各為 200 ppm。此 200 ppm 添加混合物標準品使用移動相 A 作為稀釋液進行稀釋，以製備線性濃度。

樣品製備

3 種歐洲主要品牌的綜合維生素錠，個別溶解於約 200 mL 的水中並進行超音波震盪。至少添加 0.25 M NaOH 解決部分維生素的溶解性問題。而後樣品溶液使用 0.25 µm 安捷倫 Econofilter 針筒過濾膜進行過濾，以便進行營養標示分析和回收率分析。

參數	安捷倫 1260 Infinity LC	安捷倫 1290 Infinity LC
管柱加熱器	35 °C	35 °C
擷取率	20 Hz	80 Hz
資料擷取	205, 214, 220, 232, 266, 268, 280 nm	205, 214, 220, 232, 266, 268, 280 nm
流動液槽	60 mm 路徑	10 mm 路徑
注入量	5 µL (清洗注射針，沖洗口使用 5 秒鐘)	1 µL (清洗注射針，沖洗口使用 3 秒鐘)
樣品恆溫器	5 °C	5 °C
移動相 A	25 mM HK ₂ PO ₄ , pH 7.0	25 mM HK ₂ PO ₄ , pH 7.0
移動相 B	乙腈	乙腈
濃度梯度	0 分時 → 1%B 5 分時 → 1%B 15 分時 → 30%B 20 分時 → 30%B 20.1 分時 → 1%B	0 分時 → 1%B 0.56 分時 → 1%B 1.66 分時 → 30%B 2.2 分時 → 30%B 2.22 分時 → 1%B
分離後時間	5 分鐘	1 分鐘
流速	0.45 mL/分鐘	1.0 mL/分鐘

表 1
安捷倫 1260 Infinity LC 及安捷倫 1290 Infinity LC 使用的層析參數

注意事項

維生素對光線與熱能非常敏感。為了延長維生素在溶液形式的穩定性，所有製備溶液未使用時均儲存於冰箱。可控制溫度的自動取樣器托盤，於分析期間將溫度維持在 4 °C。

步驟

注入 5 µL 的移動相 A 作為空白樣品，此後則是將每種線性濃度各重複注入 6 次。各濃度的面積及滯留時間 (RT) 資訊，用於計算標準差 (SD) 及相對標準差 (RSD) 值。LOD 與 LOQ 由較低的線性濃度注入建立。依各濃度與平均面積繪製出線性曲線。

變更 6 項重要的方法參數，以評估方法的耐用性。濃度 5 ppm 的標準品添加混合物重複注入 6 次，其資料用於進行耐用性研究。

準備 3 種綜合維生素錠樣品，在其中分別作添加 5 ppm 混和標準品與不添加混和標準品，並作三重複。面積與 RT 資料用於計算回收率和營養標示計算。

方法有效移轉至 UHPLC (使用安捷倫的方法移轉軟體 (method translator))。評估各種維生素的 LOD、LOQ 與線性，並利用面積及 RT RSD 建立方法的精準度。

結果及討論

分離及偵測

我們在各種濃度梯度與等位沖提條件下，搭配不同移動相，使用標準品添加混合物進行多次試驗。我們發現，在濃度梯度分離使用 pH 7 的 25 mM K_2HPO_4 ，能產生最好的解析度。圖 1 顯示 10 種水溶性維生素使用安捷倫 Poroshell 120 EC-C18 (150 mm × 3.0 mm, 2.7 μm) 管柱，在 20 分鐘內達成出色的分離結果。由於此類維生素在本質上結構不同，因此每種維生素的光譜與最大吸收度並不相同。抗壞血酸在 266 nm 具有強大吸收度，而葉酸則是在 280 nm 擁有最佳吸收度。生物素和泛酸鈣的 UV 吸收度不佳，因此選擇 205 nm 的波長進行分析。就菸鹼酸、菸鹼醯胺及氰鈷胺而言，214 nm 是吸收度最佳的波長，吡哆醇的最大吸收度約在 220 nm。分析時硫酸選擇使用 232 nm，核黃素則選擇使用 268 nm。圖 1 重疊比較 7 種不同波長收集的層析圖。每種維生素的波峰高度差異，可於不同的擷取軌跡清楚顯示。基線吸收度於濃度梯度執行時偏移，原因是移動相的緩衝液量變化。這種情形在低波長時更為明顯；這也說明了基線在 205 nm 偏移的原因。ChemStation 軟體的進階功能，可檢查個別波峰的波峰純度，並評估方法的特定性。本方法驗證時進行了精準度、線性範圍、正確性、特定性、回收率及耐用性等研究。

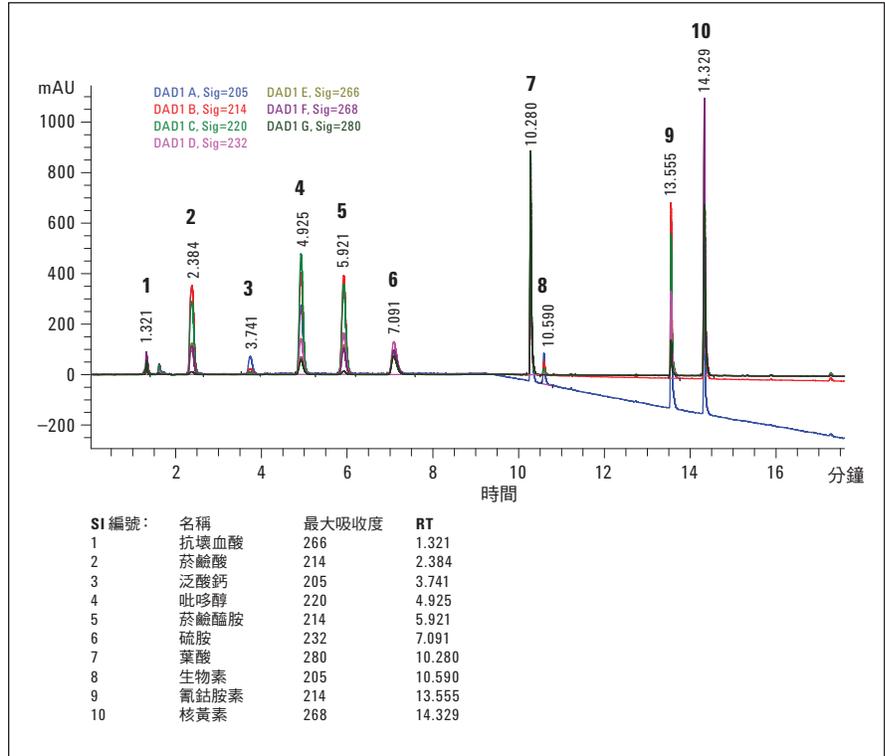


圖 1 使用 15cm 安捷倫 Poroshell 120 EC-C18 管柱分離 10 種水溶性維生素重疊比較 7 個不同波長收集的層析圖

偵測極限 (LOD) 及定量極限 (LOQ)

雜訊比 (S/N) > 3 的分析物濃度視為 LOD，而 S/N > 10 的分析物濃度則視為 LOQ。表 1 列出各種維生素的 LOD、LOQ 及

S/N 結果。圖 2 以葉酸為例，將其 LOQ 濃度與兩個空白層析圖（之前與之後）重疊比較。

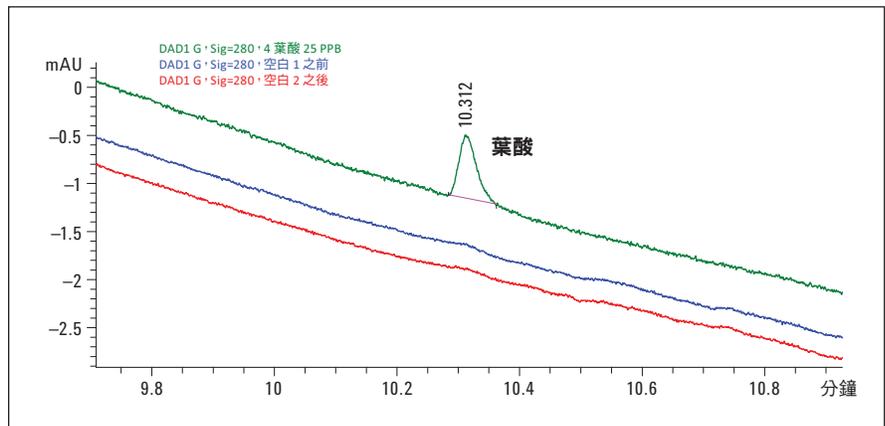


圖 2 0.025 ppm (25ppb) 的葉酸 (LOQ 濃度) 與兩個空白 (之前與之後) 層析圖重疊比較

線性

每種維生素的線性曲線是由 LOQ 濃度至最大濃度進行建構，其結果請參閱表 2。每個線性溶液均注入 6 次，並以其平均面積建構線性曲線。結果線性範圍涵蓋了大部分綜合維生素錠的維生素內容物。圖 3 顯示生物素的線性曲線。除抗壞血酸以外的所有維生素，都呈現優異的迴歸係數。溶液中的抗壞血酸會進行可逆平衡，氧化成為脫氫抗壞血酸（抗壞血酸的氧化形式）1,2,3。將移動相的 pH 值降低至酸性範圍，即能盡可能減少此種反應。由於葉酸在低 pH 值會沈澱，故將 pH 值維持在酸性範圍並不可行。抗壞血酸的訊號面積再現性並不一致，這從抗壞血酸的 R² 值不佳就可見端倪。除了 LOD 及 LOQ 值以外，表 2 也列出了線性結果。

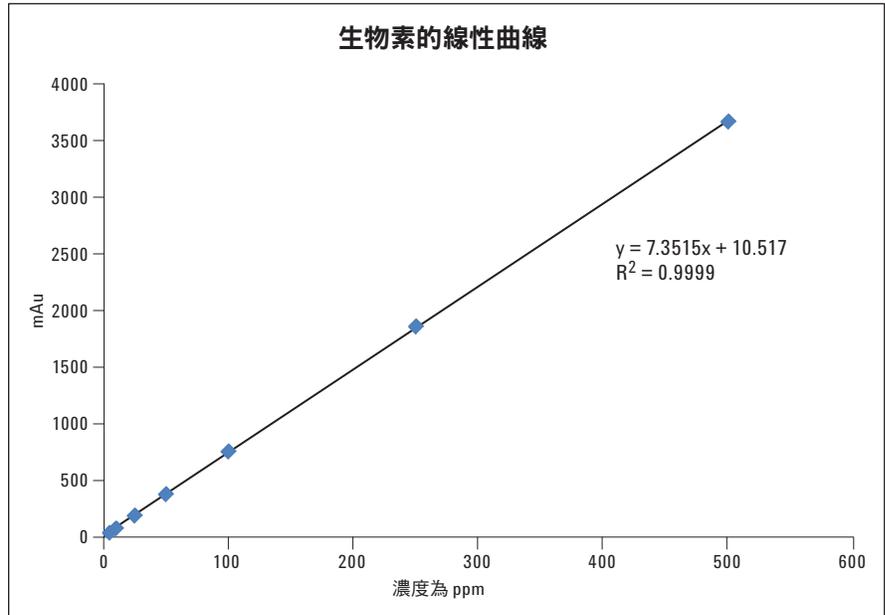


圖 3
由 5 ng/mL 至 500 ng/mL 的生物素線性曲線，顯示優異的相關係數值

SI 編號：名稱：	LOD		LOQ		線性範圍 (ppm) 管柱上	R ² 值	濃度， 重複次數 = 6
	ng/μL (ppm)	S/N	ng/μL (ppm)	S/N			
1 抗壞血酸	1	4.8	2.5	9.7	2.5–500	0.9827	8
2 菸鹼酸	0.025	3.1	0.05	10.9	0.05–250	1	12
3 泛酸鈣	1	5.0	2.5	12.6	2.5–500	0.9998	8
4 吡哆醇	0.025	4.4	0.05	9.9	0.05–250	0.9994	12
5 菸鹼醯胺	0.025	4.8	0.05	9.8	0.05–250	1	12
6 硫胺	0.025	3.1	0.1	9.9	0.1–250	1	11
7 葉酸	0.01	4.7	0.025	10.3	0.025–250	0.9985	13
8 生物素	2.5	4.2	5	9.7	5–500	0.9999	7
9 氰鈷胺素	0.01	6.4	0.025	15.2	0.025–250	0.9994	13
10 核黃素	0.005	8.1	0.01	12.4	0.01–250	0.9985	14

表 2
所有 10 種維生素的 LOD、LOQ、S/N 及線性結果

滯留時間與面積的精準度

計算所有 10 種維生素在各種線性濃度的 RT RSD 值，其中最高的數值為 0.65%。除了抗壞血酸以外，所有維生素在各種線性濃度的面積 RSD 都非常優異。由於抗壞血酸不穩定，因此無法在一定期間一致的測量其面積。最低的面積及 RT RSD 值，確保本方法具備可接受的再現性，藉此證實系統的精準度。圖 4 和圖 5 分別顯示了多項維生素的面積圖形與 RT RSD 值。

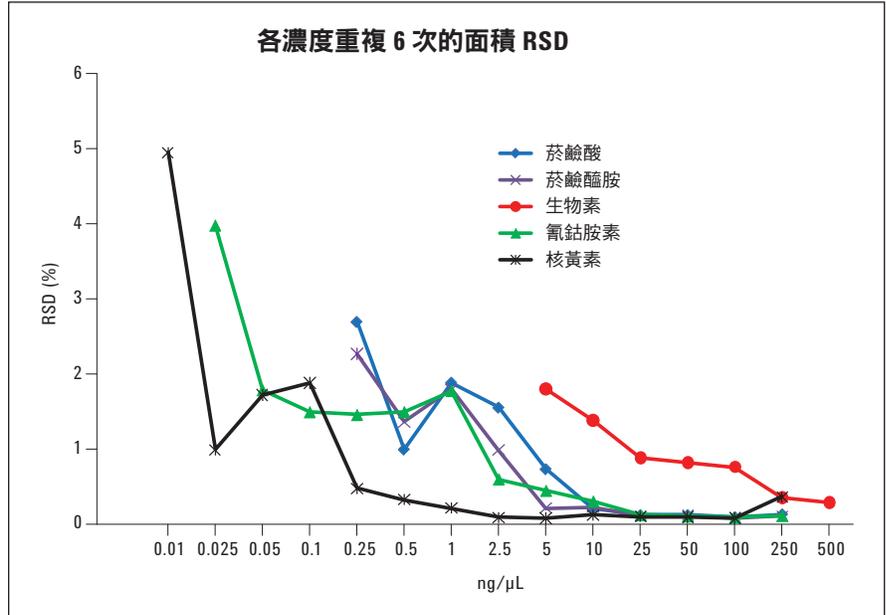


圖 4 不同維生素在不同濃度的面積精準度；每個濃度重複注入 6 次

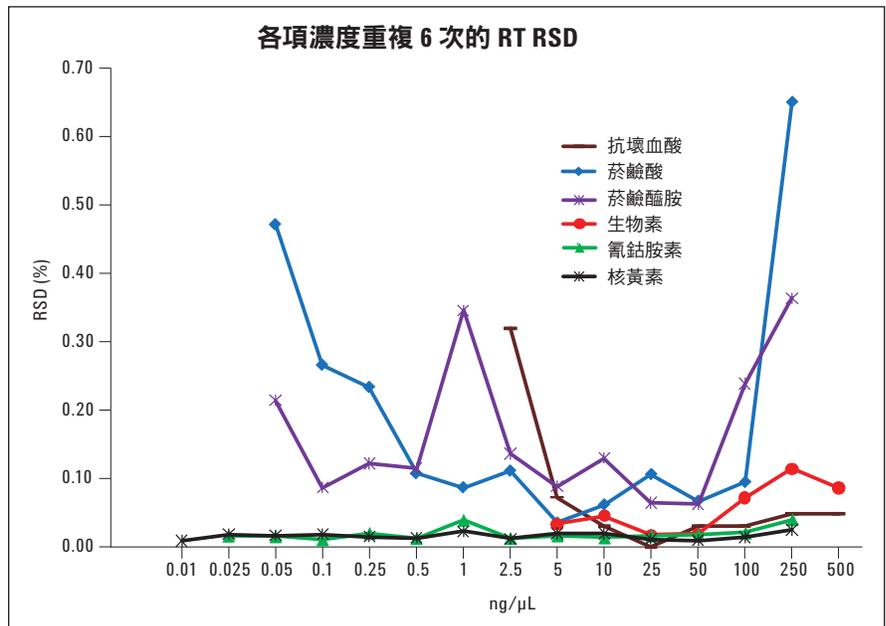


圖 5 不同維生素滯留時間的精準度；每個濃度重複注入 6 次

SI 編號：參數	原始方法數值	測量誤差	修訂數值	發現的 RT 誤差 (允許範圍 ± 2%)	發現的面積誤差 (允許範圍 ± 5%)
1 管柱溫度	35 °C	± 5%	33 °C	通過	通過
			37 °C	3 種中間沖提的化合物失敗	通過
2 管柱流速	0.45 mL/分鐘	± 2%	0.44 mL/分鐘	5 種最後沖提的化合物通過	通過
			0.46 mL/分鐘	5 種最後沖提的化合物通過	通過
3 注入量	5 µL	± 5%	4.75 µL	通過	通過
			5.25 µL	通過	通過
4 濃度梯度傾斜度	2.9 (1 至 30， 10 分鐘內)	10%	3.2 (1 至 30，9 分鐘內)	8 種首先沖提的化合物通過	通過
			2.6 (1 至 30，11 分鐘內)	8 種首先沖提的化合物通過	通過
5 偵測波長	205, 214, 220, 232, 266, 268, 280 nm	± 3 nm	202, 211, 217, 229, 263, 265, 277 nm	通過	7 種化合物通過
			208, 217, 223, 235, 269, 271, 283 nm	通過	5 種化合物通過
6 移動相 pH 值	7.0	± 0.2	6.8	失敗	失敗
			7.2	失敗	失敗

表 3
耐用性測試結果摘要

耐用性

為了測試方法的耐用性，使用濃度 10 ng/mL 的標準品添加混合物維生素溶液。由於注入量設定為 5 µL，因此本標準品混合物在管柱的濃度為 50 ng/mL (ppm)。變更了 6 項重要參數，並收集 10 次重複注入的資料。使用最後 6 次重複注入的數值進行分析。滯留時間及面積的允許誤差分別設定為 ± 2.0% 與 ± 5%。

表 3 概述了耐用性研究的結果。結果明確顯示選擇確切的維生素最大吸收度，對偵測作業相當重要，在波長偏差 ± 3 nm 的偵測下，多種維生素的訊號面積就非常敏感，容易增加或減少。測量滯留時間對管柱溫度的影響，結果顯示管柱溫度若低於實際方法 2 °C (33 °C)，誤差在允許的限制範圍內。若管柱溫度比實際方法高 2 °C (37 °C)，3 個中間沖提波峰的滯留時間就

會出現超過容許範圍的誤差。變更管柱流量的耐用性研究已被確認，初期沖提的 5 種高極性維生素，其滯留時間容易受到管柱流量的影響。圖 6 顯示維生素標準品

混合物在實際與不同管柱流量情況下的代表層析圖。變更濃度梯度斜率的研究，確認了最後兩個波峰的滯留時間，容易受到濃度梯度斜率的影響。變更移動相 pH 值

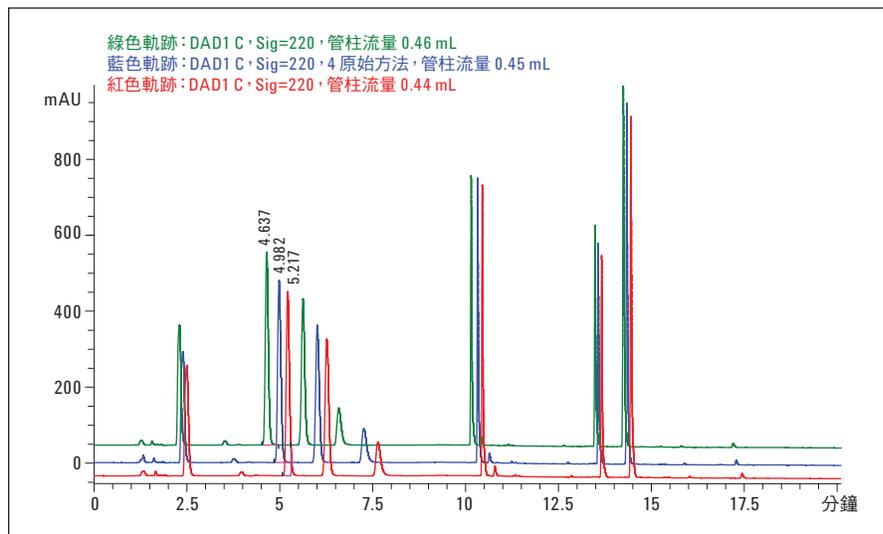


圖 6
耐用性研究結果。不同管柱流量的影響

的研究顯示，移動相面積 pH 值對於面積和滯留時間再現性非常重要，必須小心控制。若將實際 pH 值增加 +0.2，沖提模式就會出現極大差異。圖 7 顯示 pH 值變化時沖提模式的變異情形。根據耐變用研究結果，方法在正常使用時具穩定性，即使刻意大幅變更參數，效能也未受影響。不過其中部分參數相當重要，必須小心控制。

樣品基質回收率

由於沒有空白基質，因此使用標準品添加法進行綜合維生素錠所含水溶性維生素分析。本次分析使用含有 5 ng/μL (ppm) 個別維生素的標準品添加混合物溶液。進行回收率分析時，維生素錠溶解於 200 mL 的水中進行分析。本樣品添加了標準品混合物。測量添加標準品混合物之後的面積反應變化，並使用線性公式回算各項維生素的對應含量 4.5。已知初始添加值 (5 ng/μL) 的變化情形以百分比顯示，並列入回收率。此外也使用低十倍的稀釋樣品基質進行回收率分析。表 4 為回收率研究的結果。抗壞血酸出現降解，因此未進

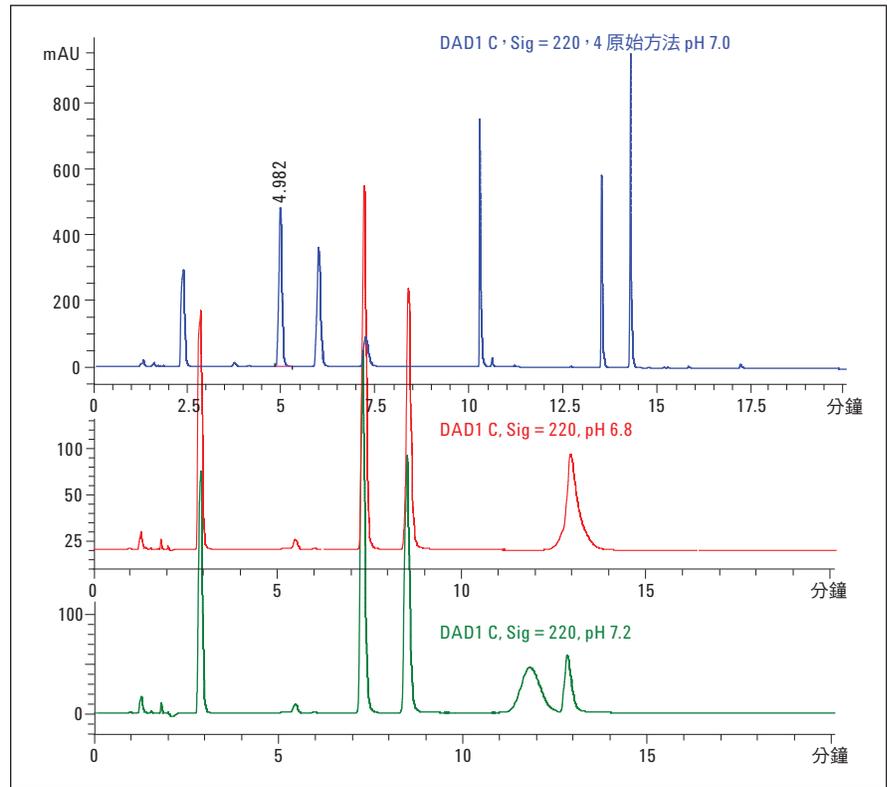


圖 7 耐變性研究結果。變化 pH 值的影響

行回收率計算。回收率數值非常優異，證實了萃取程序的穩定性，因此本方法確能

於營養標示分析期間，用以監控、定量水溶性維生素。

維生素	R ²	線性公式	回收率 (%)					
			樣品 1	樣品 1 稀釋	樣品 2	樣品 2 稀釋	樣品 3	樣品 3 稀釋
菸鹼酸	1	y = 44.956x + 9.8116	95.4	96.3	94.2	99.1	97.5	95.1
泛酸鈣	0.9998	y = 8.1153x + 13.278	84.2	93.4	92.0	92.0	86.4	80.2
吡哆醇	0.9994	y = 64.275x - 102.77	125.3	96.3	123.6	98.1	125.7	94.5
菸鹼醯胺	1	y = 51.034x + 6.7257	96.9	100.0	99.6	98.3	100.1	87.0
硫胺	1	y = 23.202x - 8.8965	100.7	99.7	100.6	102.3	99.2	98.0
葉酸	0.9985	y = 38.06x + 42.787	80.8	82.2	81.6	85.1	82.3	81.8
生物素	0.9999	y = 7.3515x + 10.517	82.2	94.8	80.4	96.3	84.0	95.6
氰鈷胺素	0.9994	y = 31.164x + 31.428	84.9	83.8	85.6	87.3	80.5	83.0
核黃素	0.9985	y = 50.904x + 71.323	82.7	82.2	81.6	85.4	84.1	80.6

表 4 回收率分析結果

營養標示

在本項研究中，利用層析圖預估綜合維生素錠之中的各種維生素，並與標示宣稱的濃度相互比較。將維生素錠溶解於 200 mL 的水中，重複進行 3 次分析。由於維生素的濃度範圍廣大，因此也分析了稀釋樣品。抗壞血酸的含量高，其對應波

峰造成了偵測器飽和。故單就抗壞血酸而言，稀釋樣品分析更為正確，因為這種作法可減少波峰高度以及偵測器的線性範圍面積。然而，含量僅達微克的部分維生素，其對應波峰在稀釋樣品中無法偵測。樣品層析圖並未發現任何維生素波峰遭到干擾。在樣品和稀釋樣品分析中，各維生素的波

峰面積則當作綜合維生素錠的營養標示分析。計算時使用源自線性曲線的線性公式。萃取程序非常簡單，可輕鬆用於例行分析。依據標示內容，樣品中並沒有菸鹼酸（維生素 B3 之中的酸），樣品層析圖也沒有發現菸鹼酸的波峰。結果顯示，本方法非常適用於定量綜合維生素錠的維生素。

維生素	標示含量	表 1		表 2		表 3	
		不變	已稀釋	不變	已稀釋	不變	已稀釋
抗壞血酸 (C)	80 mg	飽和波峰	201.7	飽和波峰	203.7	飽和波峰	198.7
泛酸鈣 (B5)	6 mg	6.7	6.1	6.6	6.5	6.6	6.3
吡哆醇 (B6)	1.4 mg	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
菸鹼醯胺 (B3)	16 mg	15.7	16.0	15.4	16.0	15.2	15.6
硫胺 (B1)	1.1 mg	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2
葉酸 (B9)	200 µg	114.9	117.6	114.3	120.6	115.3	121.0
生物素 (B7)	50 µg	42.4		35.7		38.5	
氰鈷胺素 (B12)	2.5 µg	0.5		0.4		0.4	
核黃素 (B2)	1.4 mg	1.4		1.4		1.3	

表 5
針對 3 個樣品和稀釋樣品中各項維生素，計算其含量和標示含量

UHPLC 方法

利用安捷倫方法移轉軟體 (Agilent Method Translator)，建立使用光二極體陣列偵測器的 UHPLC 法分離水溶性維生素。本工具可輕鬆將方法由雙幫浦或四幫浦系統轉換為最適合安捷倫 1290 Infinity LC 系統的分析方法。如此執行的 UHPLC 法速度更快，相較於 20 分鐘的濃度梯度，可節省約 90% 的時間，以及 70% 以上的溶劑。本方法也展現了優異的解析度與良好波峰形狀 (圖 8)。本方法也可用於快速分析維生素錠的營養標示。此外也建立了 LOD 與 LOQ 濃度，並使用 UHPLC 法評估每種維生素的線性。由於面積和 RT 的 RSD 值低，更證實了此方法的精準度。表 6 為 LOD 及 LOQ。圖 9 顯示優異線性的範例之一，圖 10 則顯示管柱上濃度 50 ppm 且注入量為 1 μ L 時，RT 及面積值的 RSD。這些結果驗證 UHPLC 法具備迅速、靈敏、穩定等特性。

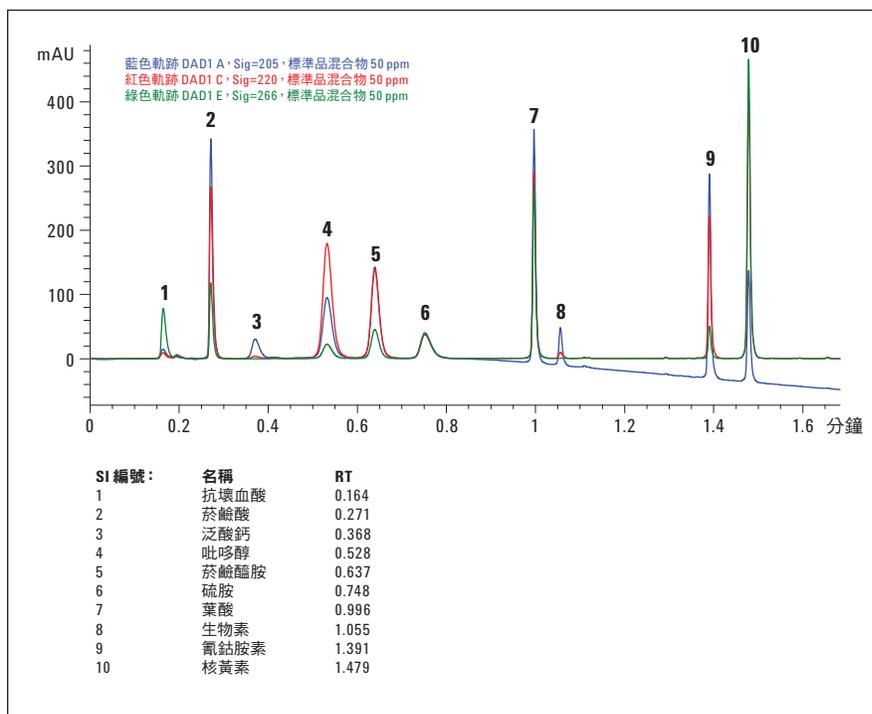


圖 8
使用 75mm 安捷倫 Poroshell 120 EC-C18 管柱搭配 UHPLC 法分離 10 種水溶性維生素
重疊比較不同波長收集的層析圖

SI 編號 :	名稱 :	LOD		LOQ	
		濃度 (ppm)	S/N	濃度 (ppm)	S/N
1	菸鹼酸	0.02	4.3	0.05	12.8
2	泛酸鈣	0.5	4.2	1.0	11.3
3	吡哆醇	0.05	5.3	0.1	9.6
4	菸鹼醯胺	0.05	4.3	0.1	11.1
5	硫胺	0.1	3.1	0.5	11.3
6	葉酸	0.02	3.1	0.1	16.3
7	生物素	0.5	5.3	1	16.5
8	氰鈷胺素	0.002	3.9	0.005	10.2
9	核黃素	0.02	3.5	0.05	9.6

表 6
UHPLC 法推論的 LOD 及 LOQ 值

結論

綜合維生素錠所含的水溶性維生素，使用安捷倫 Poroshell 120 EC-C18 管柱實施分離和定量。使用了安捷倫 1260 Infinity LC 系統開發耐用的 20 分鐘逆相 LC 濃度梯度法。採用安捷倫的方法移轉軟體 (method translator)，將分析法有效移轉至 2 分鐘的 UHPLC。我們使用安捷倫 1290 Infinity LC 執行 UHPLC 分析。新方法成功定量出維生素 C、B1、B2、B3、B5、B6、B7、B9 與 B12，即使單次注入出現不同濃度範圍也沒問題。濃度梯度條件，能確保更優異的層析解析度，加強靈敏度、減少基質干擾。方法具備簡單、特定、靈敏及迅速等特性，並提供良好的精準度、線性和回收率數值。本方法可有效應用於例行分析作業，輕鬆分析上述的綜合維生素錠水溶性維生素。

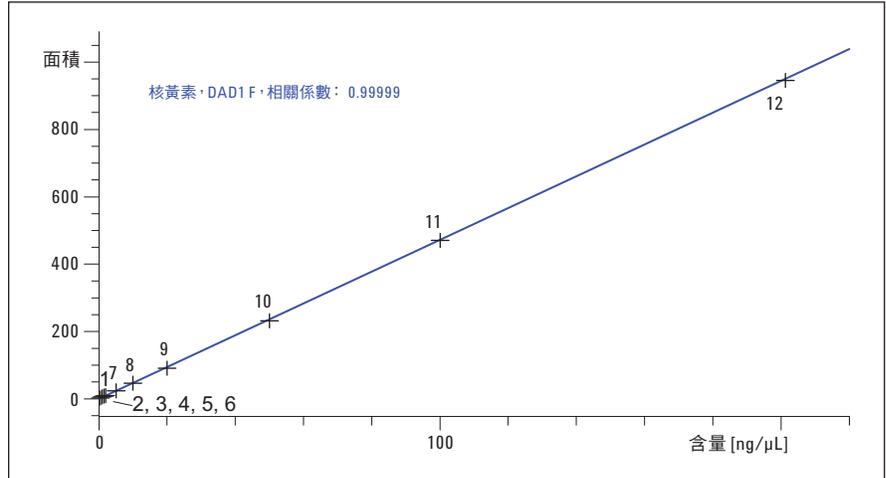


圖 9
由 0.05 ppm 至 200 ppm 的核黃素線性，顯示 0.99999 的相關係數（12 種濃度重複分析 6 次）。
注入量為 1 μ L

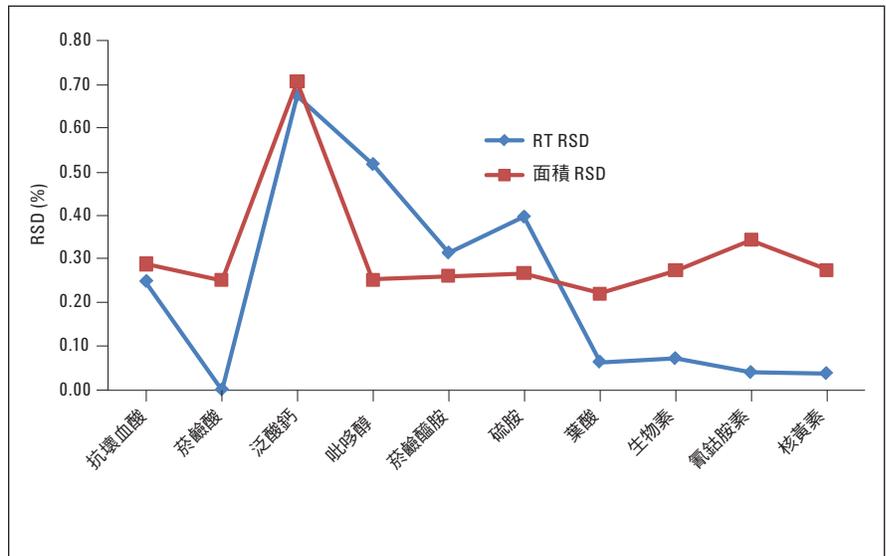


圖 10
所有 10 種維生素在管柱上濃度 50 ppm 時，由 UHPLC 產生的面積與 RT RSD 數值。
注入量為 1 μ L 並重複 6 次

參考資料

1.

Katherine E. Sharpless、Sam Margolis、Jeanice Brown Thomas。〈偵測食品基質維生素的標準參考資料〉(Determination of vitamins in food matrix Standard Reference Materials)。美國國家標準與技術局 (National Institute of Standards and Technology)：100 Bureau Drive，Stop 8392，Gaithersburg，MD 20899-8392，USA

2.

A. Jedlicka 和 J. Klimes。〈使用高效能層析偵測不同基質的水溶性及脂溶性維生素〉(Determination of Water and Fat Soluble Vitamins in Different Matrices Using High Performance Liquid Chromatography)。《化學報告期刊》(Chem.Pap.)，2005 年，59，202-222。

3.

Sam A. Margolis、David L Duewer。〈人類血漿及血清的抗壞血酸測量：穩定性、實驗室間重複性及實驗室間再現性〉(Measurement of Ascorbic Acid in Human Plasma and Serum:Stability, Intralaboratory Repeatability, and Interlaboratory Reproducibility)。《臨床化學期刊》(Clinical Chemistry)，1996 年，42，1257-1262。

4.

AOAC 正式方法 2004 年 7 月；人工合成嬰兒配方奶粉中的維生素 B6；液相層析法首次通知 2004 年。(AOAC Official Method 2004.07 Vitamin B6 in Reconstituted Infant Formula Liquid Chromatographic Method First Action 2004).

5.

Duncan Thorburn Burns、Klaus Danzer 及 Alan Townshend。〈在分析程序使用「回收率」及「表觀回收率」等詞彙〉(Use of the terms 'recovery' and 'apparent recovery' in analytical procedures)。《純應用化學期刊》(Pure Appl. Chem.)，74 卷，11 冊，pp。2201-2205, 2002.

www.agilent.com/chem/lc

© 安捷倫科技公司，2011 年
於 2011 年 6 月 1 日出版
出版號碼 59907950CHTW



Agilent Technologies