

## 乳清蛋白與免疫力

作者：Paul Cribb

Director of Research, AST Sports Science, Colorado

編輯：Carla Sorensen

Director, Whey Protein Institute, Minnesota

乳清蛋白中的特殊成分所提供的生物活性，遠超過其所給予高品質的胺基酸來源的特性。這些特殊的蛋白質在細胞培養及動物研究結果中皆具有調節免疫力的功能。新的證據顯示乳清蛋白對活躍者的助益。

預防疾病的能力主要與免疫力有關。運動、忙碌的生活方式及老化都顯示與免疫功能有相關性。營養狀態常被強調與免疫系統的健康有關，然而研究顯示，從營養的觀點來看，除了均衡的飲食之外，還需要其他營養素的補助以達到最佳的免疫功能狀態、維持健康及預防疾病。

與大部分其他蛋白質來源比較，乳清蛋白在強化數種免疫功能的能力上是獨一無二的。雖然確實的機制尚不清楚，乳清蛋白似乎是藉由刺激不

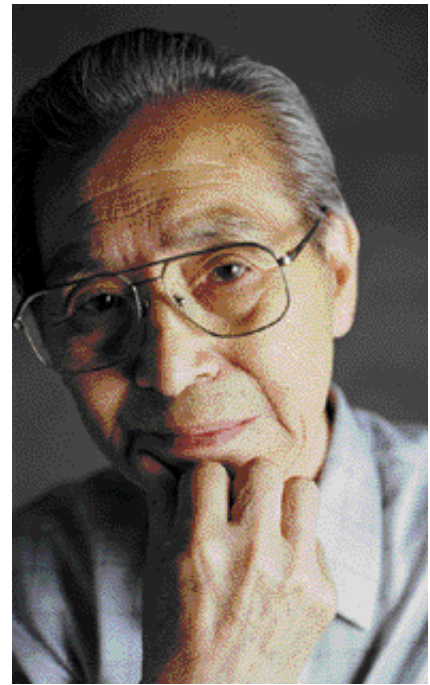
同組織中的麩胺基硫(glutathione, GSH)的生成及保留肌肉中的麩胺(Glutamine)而協助調節免疫功能。GSH是身體抗氧化抵禦系統的中樞，可以調節各方面的免疫功能。肌肉中的麩胺酸是供給免疫系統能量不可或缺的燃料。因此飲食中添加乳清蛋白有助於提昇免疫力，益於各年齡層人的健康及免疫系統較差的人。



## 免疫系統的介紹

免疫系統是一個含大量且複雜的細胞、組織及分子之網狀系統，用於防禦人體的外源性微生物，例如細菌、寄生蟲及病毒的侵襲。免疫系統具有辨別上百萬種外源入侵者的能力，任何能夠啟動免疫反應的入侵者皆稱為抗原<sup>44</sup>。免疫系統對抗外來入侵者有許多不同的方式，包括<sup>1</sup>) 原子障礙層，例如皮膚及黏膜組織可以阻擋微生物入侵及<sup>2</sup>) 生理阻礙層，例如體溫和胃酸可以抑制微生物的生長或殺死微生物<sup>50</sup>。如果入侵者通過上述障礙，不同的分子程序將被啟動去攻擊和消滅這些抗原。為了保護及維持健康，這些基本的程序每天發生數百次，絕不停止。

免疫系統常區分為非專一性及專一性防衛<sup>15</sup>。非專一性的細胞防衛例如巨噬細胞及自然殺手細胞的攻擊，它們摧毀外源性的微生物並不需要辨識專一性的標示，而專一免疫防衛的印記則是正確精密且具記憶性的<sup>21</sup>。專一性免疫防衛包含B細胞及T細胞（淋巴球）；只有這些細胞能夠記憶如何對抗過去的入侵者，因此形成我們體內最基本的疫苗<sup>29</sup>。專一性免疫防衛包含兩種辨識策略。第一種為體液免疫反應，包含了衍生自B細胞的可溶性血漿蛋白質，稱為抗體或是免疫球蛋白，當外來物質入侵時，這些抗體會合成。第二種專一性免疫則包含直接細胞反應，也就是T細胞直接攻擊並消滅受病毒感染的細胞或癌細胞。某些T細胞（稱為幫助者T細胞）製造化學物質例如細胞激素，可以傳遞訊息並召集其他免疫細胞<sup>61</sup>。這時防禦系統常常會合成來對抗外來微生物<sup>15, 29</sup>。



## 生活型態對免疫功能的影響

### 老化

老化與日常生活中經由生化過程而累積增加的自由基息息相關，也可能導致氧化性緊迫<sup>38</sup>。氧化性緊迫會危害細胞膜及蛋白質，引發許多與老化相關的疾病。免疫反應主要扮演的角色是降低氧化性緊迫<sup>58</sup>。長壽又健康的個體似乎必須具備最佳的細胞防禦機制以維持一個強健的免疫反應<sup>2</sup>。



## 體能

個體的體能狀態是避免心臟疾病及長壽的重要因素，尤其是男性。體能只能藉著規律而激烈的運動改善。然而科學家最近了解到激烈或是過度的運動會造成代謝緊迫，抑制免疫細胞功能<sup>47</sup>。激烈運動對於免疫系統有直接的衝擊；它影響淋巴球在身體中的分佈，導致大量免疫細胞被循環系統移除，這種暫時降低免疫活性的現象稱為「免疫抑制之窗」<sup>44, 46</sup>。免疫系統暫時被抑制6至48小時，使得體能訓練時增加了感染的危險<sup>44, 46</sup>。

越來越多證據顯示，生活方式及飲食習慣會和運動共同影響免疫反應。運動訓練之餘若未配合適當的營養，將危及免疫功能<sup>31</sup>。

許多運動員並不明白他們的肌肉和免疫系統間具有密切的關係。胺基酸裡的麩胺是免疫功能最主要的能量燃料來源，而它的形成主要發生於肌肉組織<sup>53</sup>。免疫細胞無法製造這種胺基酸，因此必須由肌肉提供<sup>61</sup>。免疫系統需要大量的麩胺連續不斷地提供。若代謝的需求超過了生成的速率，就會產生問題。當生活上壓力大（例如不適當的營養及睡眠不足）而又伴隨著激烈的運動訓練，身體對麩胺的需求就很容易超過其生成能力<sup>53</sup>。這個現象會導致運動員表現不佳，但較嚴重的後果是重複感染及久病不癒，例如慢性疲勞症候群<sup>50, 53</sup>。



研究顯示乳清蛋白可提升麩胺基硫的水平。麩胺基硫是供給免疫系統能量不可或缺的燃料。

飲食習慣及生活品質之間的關聯，持續地浮現於許多領域的學術研究中<sup>1</sup>。許多流行病學、臨床前及臨床研究，共同地提供了相當令人注目的證據，也就是許多基礎及非基礎的食物成分能增進免疫功能而有助預防疾病。然而美國及許多其他國家的成人，膳食中並未含有使免疫系統最有效運作的足夠養分<sup>1, 2, 48, 51</sup>。

要啟動及維持免疫反應必須有快速的蛋白質生成，而這也是為什麼胺基酸（蛋白質的構成物）對於免疫功能而言是不可或缺的<sup>31</sup>。不適當的蛋白質攝取會削弱免疫能力，尤其對於T細胞系統會有不良的影響，這會導致伺機性感染的發生率增加<sup>29</sup>。然而現今為數可觀的研究指出，充足且營養的飲食中蛋白質能影響免疫反應的功效<sup>9, 11-14, 64</sup>。

在描繪營養成分在調節免疫能力上的影響時，重要的是瞭解到在描述這種影響時優先被使用的詞彙「調制」(modulation)<sup>22</sup>。這個詞彙囊括了營養成分中，對免疫力造成正面影響的增進及抑制反應<sup>22</sup>。

## 乳清蛋白對免疫力增進的功效

在少數食物原料成分（或飲食補充品）中，有一種成分在體外及體內模式均證明能促進調控免疫功能，這就是乳清蛋白。測量乳清蛋白對人體的影響時發現其協助改善功效常與協助改善免疫健康相關聯<sup>7,14,30,40,55</sup>。

乳清蛋白是牛乳蛋白質中的可溶性蛋白質，大約佔牛乳蛋白質的20%<sup>35,46</sup>。乳清蛋白是一個集合名詞，囊括了介於特定範圍內的分子片段，如牛乳蛋白質中的大分子：

β-乳白蛋白、α-乳球蛋白，以及小片段的血清蛋白、乳鐵蛋白、免疫球蛋白以及組織生長因子<sup>23</sup>。這些片段分別被證實為增進免疫的成分，能協助調節一定範圍的免疫功能<sup>22</sup>。乳清蛋白片段與特定範圍內的生物活性功能具有關聯，例如具有益菌質功效、促進組織修復、維持腸道完整、破壞病原菌及排除毒素等<sup>19,62</sup>。市售的乳清濃縮蛋白（WPC）及乳清分離蛋白（WPI）就是這類營養豐富、由不同蛋白質所組成的混合物<sup>29,37</sup>。因此，本篇評論將針對混合乳清濃縮蛋白（以WPC80為主）



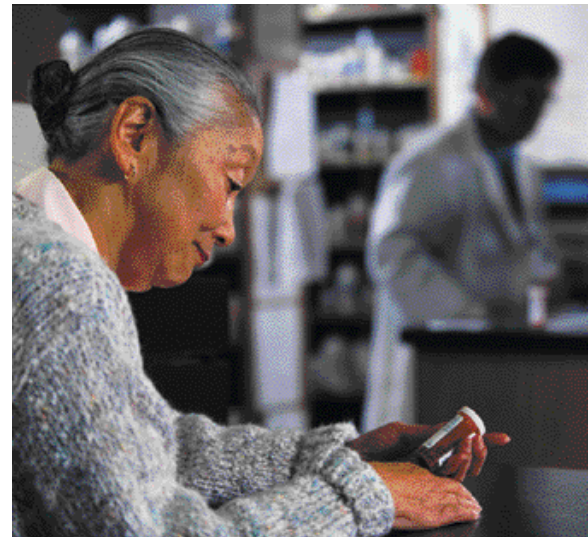
市售產品之  
典型胺基酸組成分  
(每100公克)

胺基酸	乳清濃縮蛋白 80%	乳清分離蛋白
色胺酸	1.20 g	1.50 g
酥胺酸	5.36 g	6.25 g
異白胺酸	4.80 g	5.90 g
白胺酸	8.08 g	13.00 g
離胺酸	7.84 g	9.15 g
甲硫胺酸	1.60 g	2.05 g
半胱胺酸	2.72 g	3.10 g
苯丙胺酸	2.48 g	2.30 g
酪胺酸	2.24 g	3.15 g
纈胺酸	4.45 g	5.35 g
精胺酸	2.00 g	2.65 g
組胺酸	1.20 g	1.35 g
丙胺酸	4.08 g	6.00 g
天門冬胺酸	8.00 g	9.00 g
穀胺酸	13.28 g	13.00 g
甘胺酸	1.36 g	2.35 g
脯胺酸	5.12 g	4.80 g
絲胺酸	4.08 g	5.00 g

資料來源：數據來自美國乳清製造業者提供相關產品的說明書和營養成分分析表。不同產品間具有差異，請洽詢購買廠商以獲得完整資訊。

與乳清分離蛋白而添加於膳食中所獲得的數據進行探討。

膳食中添加乳清濃縮蛋白的研究結果顯示，腸道中對於現今作醫療用之各種不同疫苗抗原的主要及次要抗體反應顯著增加<sup>40</sup>。一份研究指出，當齧齒類動物攝食含有20%來自乳清濃縮蛋白的蛋白質時，相較於僅攝食一般飼糧的小鼠，顯著增加了對於流行性感冒疫苗、白喉及破傷風類毒素、小兒麻痺症疫苗、卵白蛋白及霍亂毒素的免疫反應<sup>40</sup>。膳食中添加WPC時，能在短期（2週）及長期（12週）的餵飼下，對所有這類有特定抗原的免疫刺激有較高的抗體量<sup>40,41</sup>。



特定免疫反應中，最重要的措施之一就是細胞擴充（增殖）的方式來製造一個對抗原具反應性的淋巴細胞池<sup>22</sup>。在實驗上，活體內這種免疫細胞的增殖是經由添加其分裂原（mitogens）為細胞或T細胞攻擊目標的細胞株而受到刺激的。在比較一系列的市售蛋白質來源的調查中，乳清蛋白在促進特定免疫反應的優勢是很明顯的<sup>8-14,30</sup>。

在對於腸道受寄生感染的反應上，餵飼富含β-乳白蛋白（佔每日蛋白攝取量的20%）的小鼠，相對於餵飼酪蛋白或大豆分離蛋白的小鼠而言，脾臟細胞顯著具有較多總體白血球（CD4+及CD8+）、淋巴細胞及細胞激素的生成量<sup>30</sup>。這些結果結合了對糞便中卵囊產量（一種對感染程度的測定指標）的估計，證明了相較於大豆蛋白，乳蛋白對免疫反應具有較大的影響，而這直接地減輕了嚴重感染<sup>30</sup>。

對於外來的微生物，體液免疫反應負責了抗體生成及補充速率，因此被視為特定免疫反應不可或缺的要角<sup>11</sup>。研究指出，比較不同蛋白質來源（均佔每日蛋白攝取量的20%）如：乳清蛋白、大豆蛋白、酪蛋白、小麥、玉米、蛋白、魚類、牛肉及極大螺旋藻的效果中，餵飼乳清蛋白的動物在面對外來微生物時，具有顯著較佳的體液免疫反應及抗體生成<sup>8,9,11-14</sup>。乳清蛋白對增進免疫的這項效果已經在至少六種無親屬關係的小鼠品系上被觀察到，而在部分案例中，餵飼乳清蛋白所增進的免疫反應甚至高達餵飼其他蛋白來源者的五倍之多<sup>8,11</sup>。但在免疫系統未受刺激的小鼠，蛋白種類對於增重、攝食量及血清中的蛋白質或循環的白血球，僅具有些微影響或甚至沒有效果。

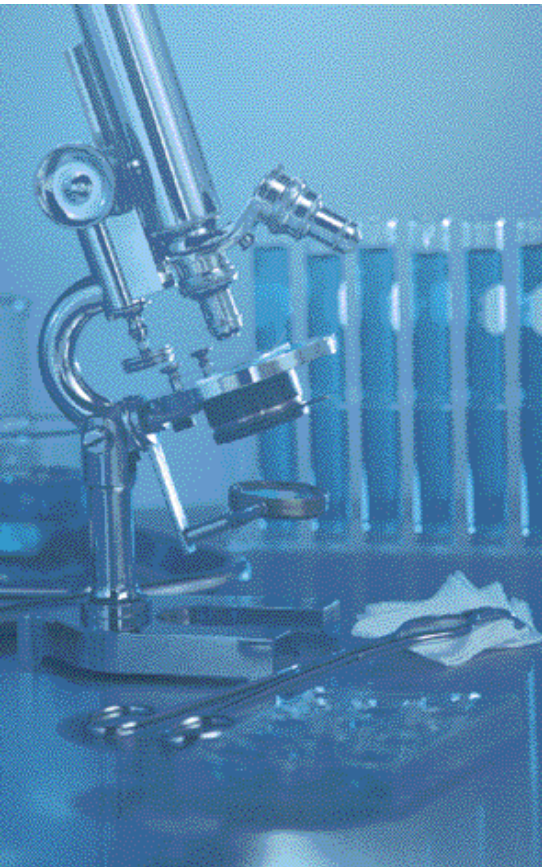
然而當免疫系統受到刺激時，乳清蛋白可促進體液免疫（藉測量小鼠脾臟中血小板生成細胞而知）發展為T細胞依賴抗原，乃至於那些一般被視為代表「常態」的反應<sup>8,9,12</sup>。

為了更進一步確認乳清蛋白在體液免疫反應上的角色，同一研究團隊進行另一項探討攝食不同蛋白質對抵抗肺炎球菌感染效果的實驗，而使結果更為完整<sup>14</sup>。餵飼濃縮乳清蛋白（20g/100g 蛋白質飼糧）的小鼠，在面對肺炎鏈球菌造成的致死性感染時，存活時間顯著長於餵飼酪蛋白的小鼠<sup>14</sup>。對於此種感染的後天免疫，主要是依賴體液免疫反應。根據文獻，乳清蛋白顯然最有效地促進特定免疫反應處於最佳狀態<sup>14</sup>。

部分研究則指出，比較不同蛋白質對促進細胞免疫的影響效果上，乳清蛋白質顯然有較佳的影響<sup>64</sup>。在小鼠實驗中，在適當均衡日糧中加入WPC不僅協助增進體液免疫反應及嗜中性白血球的功能，也有助於footpad delayed-type hypersensitivity response（一種廣泛作為評估T細胞所調控免疫反應的指標）<sup>64</sup>。這些濃縮乳清蛋白促進免疫能力的特性，是直接與添加大豆分離蛋白相較而得知<sup>64</sup>。

乳清蛋白也似乎能夠增進其他嗜中性白血球的反應。不論是添加WPC或是乳鐵蛋白與乳過氧化酶的混合物，均能增進嗜中性白血球將自由基中和而降低氧化性緊迫的能力<sup>63</sup>。此外，膳食中加入乳鐵蛋白也顯示對於幫助抵抗巨細胞病毒而受T細胞調控之NK細胞的功能有所增進<sup>55</sup>。





麩胱基硫及乳清蛋白在免疫上扮演的角色

麩胱基硫 (GSH) 抗氧化系統是保護細胞不受來自污染、毒素、運動以及紫外線曝曬等氧化性緊迫破壞的主要機制<sup>58</sup>。免疫系統扮演著一個不可或缺的角色，也就是降低氧化性緊迫<sup>38</sup>。因此，在維持免疫系統上，充足地供應GSH是決定性的因子<sup>6,58,65</sup>。

GSH通常生成於細胞內，並由下列3種胺基酸所構成：半胱胺酸、麩胺及甘胺酸<sup>65</sup>。然而其中半胱胺酸是GSH生成的速率限制胺基酸<sup>43,58</sup>。血漿及組織中充足地供應半胱胺酸，是維持細胞中的GSH比例高於GSSG以確保抗氧化最佳效果的不可或缺的要素<sup>6,37,58,65</sup>。

乳清蛋白是半胱胺酸的豐富來源。乳清濃縮蛋白(WPC)和乳清分離蛋白(WPI)所含的半胱胺酸濃度至少高於其他高品質蛋白質4倍之多<sup>16</sup>。研究顯示，WPC和WPI均為有效率的半胱胺酸提供者，能維持細胞內活性GSH (適度的GSH : GSSG 比例) 的濃度<sup>8,9,37,39,43</sup>。相較於市面上其他蛋白質來源，乳清蛋白已被公

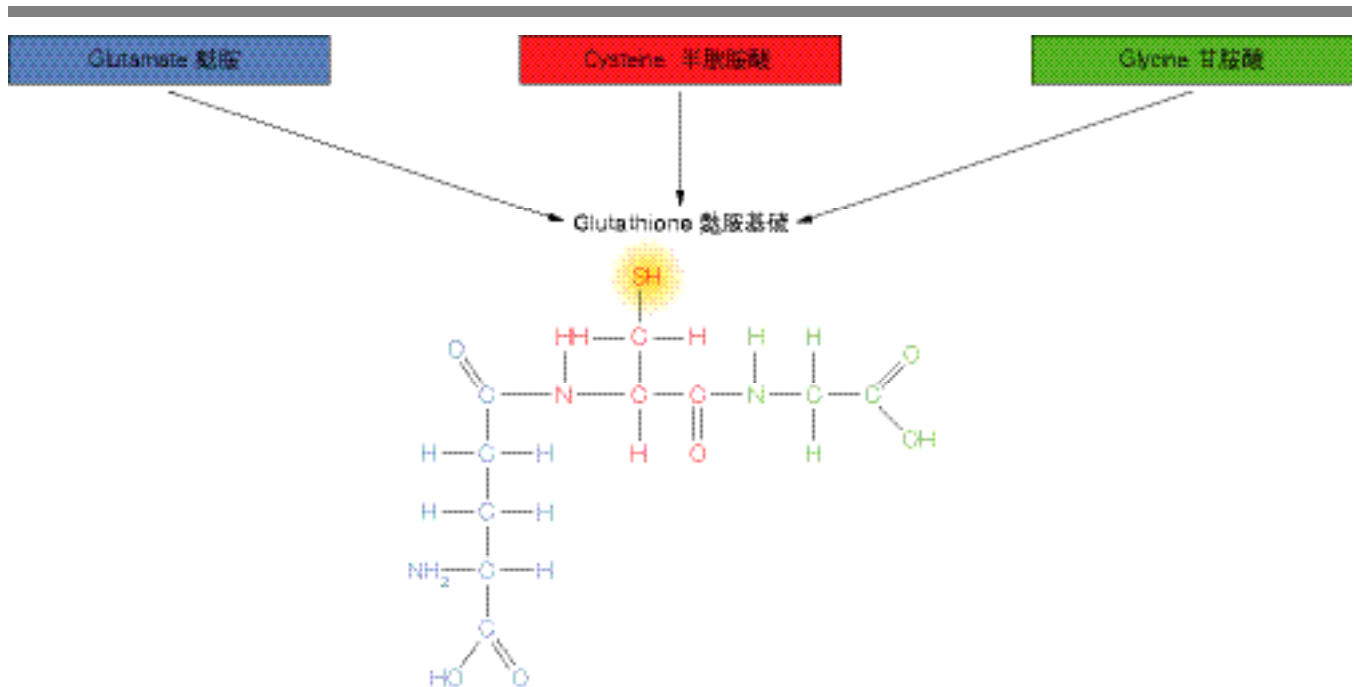
認可藉由促進增加免疫細胞內GSH產量而呈現最佳免疫反應狀態<sup>7-14,39,40,44</sup>。

乳清蛋白、免疫功能及運動表現

運動前補充支鏈胺基酸(BCAAs)顯示能預防淋巴細胞增殖的下降，並預防運動後血漿內麩胺濃度下降<sup>32</sup>。肌肉中的麩胺酸常會被輸出至血液中，在代謝上是供給免疫功能能量時不可或缺燃料<sup>53</sup>。BCAAs在肌肉中專門被用來製造麩胺<sup>32</sup>。乳清蛋白則是BCAAs含量最豐富 (最平合成本效益) 的天然來源<sup>62</sup>。一項研究指出在飲食中添加WPI連續11週 (每天每公斤體重添加1.5公克)，相較於酪蛋白而言，更能有助於維持血漿中可能因劇烈運動訓練而降低的麩胺濃度，並顯著增加肌肉強度<sup>20</sup>。

在持久度的表現方面，一項研究指出添加WPI (每天每公斤體重添加1公克) 6週後，相較於對照組而言，可防止經過6週劇烈運動訓練後，全血及單核細胞中GSH濃度的降低<sup>45,57</sup>。

圖1. 麩胱基硫是由3種胺基酸所形成



## 營養介入以增進免疫力

不足的蛋白質（胺基酸）攝取可能會妨礙免疫功能。根據目前文獻的建議，健康而有活動力的人的蛋白質需要量可能需高於以前的推薦量<sup>5,48</sup>。增加膳食中的蛋白質比例在目前被認為是安全而有效率增進健康的對策，能夠降低血脂濃度、增進胰島素或葡萄糖代謝，並且促進多餘體重的排除<sup>28</sup>。在維持健康及最佳免疫功能方面，最近的研究建議有活力的個體及老人，對於膳食中蛋白質的需求量應高於以往的推薦量<sup>5,48</sup>。研究顯示膳食中蛋白質的種類能夠影響免疫反應的強度，即使在營養均衡的膳食亦然<sup>9,63</sup>。相較於其他蛋白質來源，研究中指出乳清蛋白不但能提升GSH的濃度，也能促成某些免疫功能發揮最佳效果。

乳清蛋白能迅速被身體吸收，並供給器官及組織充足的必需胺基酸，也刺激了肌肉新生的機制<sup>23</sup>。在運動訓練前後，連同碳水化合物一起攝取20或30公克的WPI及WPC不但有助減少運動引致的免疫抑制，也可能是促進肌肉復原的理想對策。由於其優良的胺基酸組成、吸收速率及增進免疫的能力，乳清蛋白乃是具有高度營養的成分而可能可以造福各種族群。雖然關於乳清蛋白的每日攝取量尚未明確建立，但研究顯示當每日攝取量最少20公克、最多每公斤體重1.5公克時，已具有相當的益處。



各種蛋白質的必需胺基酸組成 (mg/g 蛋白質)

胺基酸	總乳清蛋白	聯合國糧食及農業組織之胺基酸評分值
異白胺酸	76	40
白胺酸	118	70
離胺酸	113	55
甲硫胺酸 + 半胱胺酸	52	35
苯丙胺酸 + 酪胺酸	70	60
酥胺酸	84	40
色胺酸	24	10
纈胺酸	72	50
共計	609	360

資料來源：美國乳品出口協會出版的美國乳清及乳糖產品參考手冊。



Dr. Mickael Murray 是「如何以天然療法預防及治療癌症」的作者，他建議癌症患者每天攝取兩次乳清蛋白，每次20~30公克，以獲得足夠的麩胺。他也說明了麩胺及支鏈胺基酸（乳清蛋白富含BCAAs）是細胞健康及蛋白質生成所不可或缺的。乳清蛋白也有助於癌症治療如化學療法、放射線治療及手術後的復元。

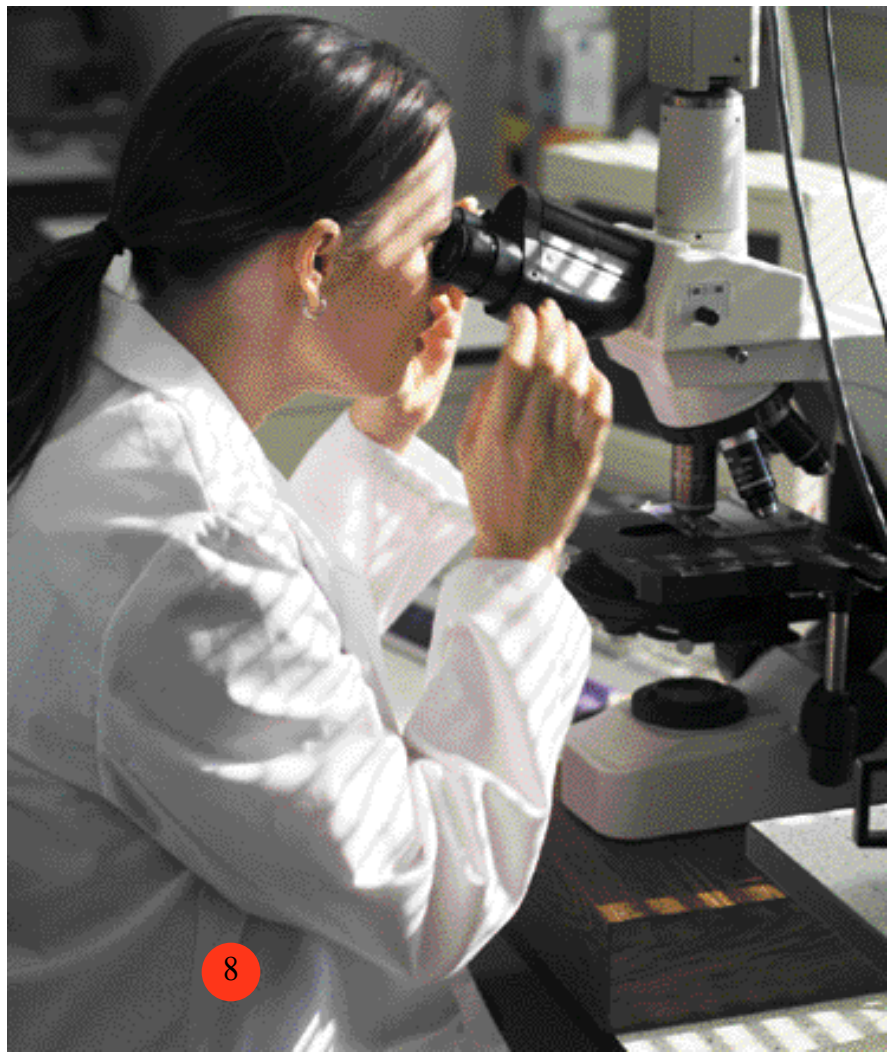
## 乳清蛋白與癌症

流行病學上的資料顯示膳食是癌症發生的主要因子<sup>33,34,44,64</sup>。乳清蛋白有促進麩胺GSH生成及調節免疫功能的獨特能力，吸引了科學家對乳清蛋白在實驗誘發之癌症上的效果進行研究。

在小鼠實驗中，相較於膳食中添加酪蛋白者，添加WPC（佔蛋白質攝取量的20%）的小鼠顯然有較低的結腸癌發生率及較小的腫瘤<sup>10</sup>。這些研究結果曾在之後的數年，在另一研究團隊的研究中重複發現<sup>44</sup>。這項稍晚的研究同樣指出，WPC對腸道腫瘤的生長抑制效果可達大豆蛋白的2倍。據美國癌症協會估計，結腸癌仍將維持在2004年全美癌症死因的第二名，隨後分別是乳癌、胰臟癌以及前列腺癌。因此，膳食中添加乳清蛋白的潛在抗癌效果對人類尤其意義重大。

乳清蛋白有助於抑制癌細胞的特性也被展示在其他惡性腫瘤上，例如母鼠的乳房腫瘤<sup>34</sup>。在一項研究中，添加乳清蛋白在協助減少腫瘤發生率及多樣性的效果，至少可達添加大豆分離蛋白者的2倍。

乳清蛋白增加胞內GSH濃度及協助抑制癌症惡化的獨特能力，同樣也展現在人類前列腺細胞上<sup>37</sup>。水解WPI能增加64%細胞內GSH，並保護細胞免於氧化引致的細胞凋亡，但水解酪蛋白酸鈉則對胞內GSH無顯著效果<sup>37</sup>。在癌症研究上，添加乳清蛋白顯示能維持高濃度的胞內GSH，並協助提升胞內抗氧化防禦而促進致癌物的解毒作用<sup>10,33,34,44</sup>。由於這些正面的發現，乳清蛋白的添加開始被視為協助治療癌症時的一種非藥物附屬療法<sup>7</sup>。





乳清蛋白對強健免疫力的好處

- 支鏈胺基酸(BCAAs)專門被肌肉代謝以製造麩胺，麩胺則是提供免疫功能能量的燃料。乳清蛋白是已知最豐富的支鏈胺基酸來源。市售乳清蛋白配方含有約26%的支鏈胺基酸及6%麩胺酸<sup>16</sup>。因此，乳清蛋白的整體胺基酸的1/3以上完全被肌肉用來生成麩胺。
- 半胱胺酸是GHS形成時的速率限制胺基酸。半胱胺酸是所有抗氧化防禦的中心，控制著許多免疫功能的關鍵過程。乳清蛋白所含的半胱胺酸濃度（每100公克蛋白質）比其他高品質蛋白質來源至少高出4倍之多。
- 提升半胱胺酸狀態被認為能使免疫功能有最佳效果。相較於其他常見蛋白質來源，膳食中添加乳清蛋白顯示能提升半胱胺酸產量並使免疫力達最佳狀態。
- 對於健康而經過激烈運動訓練的人，添加乳清蛋白也顯示能維持其體內的半胱胺酸狀態。在部分例子中，則能增進運動員的表現或甚至改變身體組成（減少脂肪組織而增加肌肉組織）。

乳清與花生醬營養代餐條\*  
(含40%碳水化合物/ 30%蛋白質/  
30%脂肪)

成分	%
蜂蜜	18.29
高果糖玉米糖漿	16.17
巧克力披覆	14.89
乳清分離蛋白	11.12
乳清分離蛋白水解物	9.79
花生醬	8.33
花生粉	7.33
花生碎粒	7.24
麥芽糊精	3.52
維生素/礦物質混合物	1.68
香草萃取物	1.03
大豆纖維	0.61
共計	100.00

\*配方提供：DAVISCO FOODS INTERNATIONAL, Inc.



## 添加乳清蛋白對後天免疫缺乏症候群HIV感染的益處

作者：Patrick Micke M.D., Medical Department  
Johannes Gutenberg University, Germany

高品質的乳清蛋白是可靠的胺基酸及具生化活性蛋白質來源。在營養上添加乳清，能有效改善感染後天免疫缺乏症候群HIV病患富含蛋白質的膳食。越來越多的證據顯示，高品質乳清蛋白的處方對於不同病況具有協助的療效。下述摘要介紹了乳清蛋白在HIV感染上的潛在好處，並把焦點放在用乳清蛋白進行臨床試驗的結果。

### 補充高品質蛋白質有益於感染HIV之病患

雖然添加乳清蛋白或其他高品質蛋白質的臨床試驗尚屬少數，但目前初步跡象顯示感染HIV病患可能獲益於高蛋白質膳食。一項試驗將30名感染HIV之女性隨機分配至膳食添加乳清蛋白、逐漸增加運動量或同時進行這兩種處理的試驗組，結果顯示僅於膳食添加乳清蛋白之試驗組經過14週治療後體重增加，而同時進行兩種處理的試驗組則是臨床上較偏好採用的體細胞重（具代謝活性細胞的重量）有所增加 [Agin et al., 2001]。一項隨機試驗比較了由乳清組成之高蛋白質膳食與一般標準的膳食，結果顯示食物中添加乳清時有較佳臨床結果（瘦肉量增加、住院率下降） [Chlebowski et al., 1993]。另一項對476名體重穩定病患的分析則顯示蛋白質攝取與體細胞重沒有關連 [Williams et al., 2003]。然而，雖然最佳蛋白質攝取量及攝取來源還處於爭議中，這些觀察結果已經提供了添加高品質蛋白質的基本理由。

添加乳清蛋白可恢復後天免疫缺乏症候群HIV感染後巯基氨基酸的水平

在一項小規模試驗中，3名HIV血清檢驗呈陽性之患者以口服方式，逐步將每日乳清蛋白攝取量調高至39公克。經過3個月後，3名患者中有2名血液中單核細胞含量增加，其中一名更達到正常水平 [Bounous et al., 1993]。另兩項對照性臨床研究也在最近完成。首先，在一項雙盲試驗中，隨機分配30名先前已受HIV感染的患者，使其每日攝取45公克分別含兩種不同乳清蛋白的食品。在其例行治療中（在90%常見的抗逆轉錄病毒療法），蛋白粉添加量被三等分為15公克。在治療前，血漿中GSH水平顯著降低。經過2週的治療後，2試驗組的血漿GSH水平均升高至正常量 [Micke et al., 2001]。在一項公開追蹤調查試驗中，施予18名病患其中一種補充品方式。GSH水平在6個月後維持穩定。然而臨床上的參數例如體重及T淋巴球數量並沒有顯著影響，最可能的原因可能是因為參與這項研究的病患人數太少。這些研究的結果顯示，以口服方式攝取來自乳清蛋白而富含半胱氨酸的營養補充物，能夠顯著且持續地提升血漿中GSH水平，使先前因受HIV感染致使GSH有缺陷的患者，血漿中GSH水平在經過至多6個月後回到正常範圍內。這項療法相當受到接納，且未觀察到具臨床意義的負面效果。

高品質乳清蛋白在後天免疫缺乏症候群HIV感染上是可靠的蛋白質補充物

乳清蛋白是高品質的蛋白質來源，具有適當的胺基酸組成。臨床的試驗可證實乳清蛋白對於HIV感染患者具有好處。然而任何營養介入都應經過深思熟慮，並需考量患者的需求及病史來實施（發病階段、療法、體組成...等等）。這需要專門的藥物知識，不能不與負責治療HIV的醫療團隊諮商後即貿然施行。

### 參考文獻

1. Agin D, Gallagher D, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN Jr, Kotler DP. Effects of whey protein and resistance exercise on body cell mass, muscle strength, and quality of life in women with HIV. *AIDS*. 2001; 15: 2431-2440.
2. Bounous G, Batist G, Gold P. Immunoenhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. *Clin Invest Med*. 1989; 12: 154-161.
3. Chlebowski RT, Beall G, Grosvenor M, Lillington L, Weintrub N, Ambler C, Richards EW, Abbruzzese BC, McCamish MA, Cope FO. Long-term effects of early nutritional support with new enterotrophic peptide-based formula vs. standard enteral formula in HIV-infected patients: randomized prospective trial. *Nutrition*. 1993; 9: 507-12.
4. Micke P, Beeh KM, Buhl R. Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Nutr*. 2002; 41: 12-18.
5. Micke P, Beeh KM, Schlaak F, Buhl R. Oral supplementation with whey proteins increases plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Clin Invest*. 2001; 31: 171-178.

參考文獻

1. Allison KC ed. Healthy Eating: A Guide to the New Nutrition. Harvard Health Report Harvard Health Publications, 2003.
2. Allison KC ed. Living Better, Living Longer. The Secrets of Healthy Aging. Harvard Health Report Harvard Health Publications, 2001.
3. Balado A, Reid M, Forrester T, Heird WC, Ahoor F. Cysteine supplementation improves the erythrocyte glutathione synthesis rate in children with severe edematous malnutrition. *Am J Clin Nutr* 76:646-52, 2002.
4. Barringer TA, Kirk JK, Santaniello AC, et al. Effect of a multivitamin and mineral supplement on infection and quality of life. *Ann Intern Med*. 138:365-371, 2003.
5. Bos C, Caudichon C, Tomé D. Isotopic studies of protein and amino acid requirements. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 5:55-61, 2002.
6. Bounous G, Mokson JH. The antioxidant system. *Anticancer Res* 14:1-5, 2003.
7. Bounous G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res* 20:4785-92, 2000.
8. Bounous G, Battist G, Gold P. Immunoenhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. *Clin Invest Med* 12:3:154-61, 1989.
9. Bounous G, Kongshavn PA, Gold P. The immunoenhancing property of dietary whey protein in concentrate. *Clin Invest Med* 11:4:271-278, 1988.
10. Bounous G, Papenburg R, Kongshavn PA, Gold P, Heiszer D. Dietary whey protein inhibits the development of dimethylhydrazine induced malignancy. *Clin Invest Med* 11:3:213-7, 1988.
11. Bounous G, Kongshavn PA. Differential effect of dietary protein type on the B-cell and T-cell immune response in mice. *J Nutr* 115:11:1403-08, 1985.
12. Bounous G, Letoumeau L, Kongshavn PA. Influence of dietary protein type on the immune system of mice. *J Nutr* 113:7:1415-21, 1983.
13. Bounous G, Kongshavn PA. Influence of dietary proteins on the immune system of mice. *J Nutr* 112:9:1747-55, 1982.
14. Bounous G and Kongshavn PK. Influence of Protein Type in Nutritionally Adequate Diets on the Development of Immunity. In *Absorption and Utilization of Amino Acids*, ed. M. Friedman. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc. 1989.

15. Brosche T and Platt D. Nutritional Factors and Age Associated Changes in Cellular Immunity and Phagocytosis. *AMINI-Review. Aging: Immunology and Infectious Disease* 6(1): 31-42, 1995.
16. Bucci LR and Unlu L. Proteins and amino acids in exercise and sport. In: *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*. Driskell J, and Wolinsky I. Eds. CRC Press Boca Raton FL, p197-200, 2000.
17. Cheng YI, Macera CA, Church TS, and Blair SN. Heart rate reserve as a predictor of cardiovascular and all-cause mortality in men. *Med Sci Sports Exerc* 34:12:1873-1878, 2002.
18. Child RB, Bullock M, Palmer K. Physiological and biochemical effects of whey protein and ovalbumin supplementation in healthy males. *Med Sci Sports Exerc* 35:5:5270, 2003.
19. Clare DA and Swaisgood HE. Bioactive milk peptides: A prospectus. *J Dairy Sci* 83: 1187-1195, 2000.
20. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A and Carey ME. The effect of whey isolate on strength, body composition and plasma glutamine. *Med Sci Sports Exerc* 34:5:5299, 2002.
21. Cross ML, and Gill HS. Modulation of Immune Function by a Modified Bovine Whey Protein Concentrate. *Immunology and Cell Biology* 77: 345-50, 1999.
22. Cross ML and Gill HS. Immunomodulatory properties of milk. *British J Nutr* 84:S81-S89, 2000.
23. Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, et al. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol* 549:2: 635-644, 2003.
24. De neke SM and Fanburg BL. Regulation of cellular glutathione. *Am J Physiol* 257: L163-L173, 1989.
25. de Wit JN. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci* 81:597-608, 1998.
26. Dörge W and Holm E. Role of cyst(e)ine and glutathione in HIV infection and other disease associated with muscle wasting and immunological dysfunction. *FASEB J* 11:1077-1089, 1997.
27. Enomoto M, Konishi A, Hachimura S, and Kaminogawa S. Milk Whey Protein Fed As a Constituent of the Diet Induced Both Oral Tolerance and a Systemic Humoral Response, While Heat Denatured Whey Protein Induced Only Oral Tolerance. *Clinical Immunology and Immunopathology* 66:2:136-42, 1993.



28. Farnsworth E, Luscombe ND, Noakes M, et al. Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycaemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr* 78:31-39, 2003.
29. Field CJ. Use of T cell function to determine the effect of physiologically active food components. *Am J Clin Nutr* 71: 1720S-1725, 2000.
30. Ford JJ, Wong CW, Colditz IG. Effects of dietary protein types on immune response and levels of infection with *Eimeria vermiformis* in mice. *Immunol Cell Biol* 79:1:23-8, 2001.
31. Geeson M, Neiman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 22:115-125, 2004.
32. Ha E and Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry* 14: 251-258, 2003.
33. Hakkar R, Korourian S, Ronis MJ, Johnston JM, Badger TM. Dietary whey protein protects against a azoxymethane-induced colon tumors in male rats. *Cancer Epidemiology Biomarkers Prev* 10:5:555-8, 2001.

34. Hakkak R, Korourian S, Shelnutt SR, Lensing S, Ronis MJ, Badger TM. Diets containing whey proteins or soy protein isolate protect against 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in female rats. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 9;1:1B-7, 2000.
35. Huffman LM and Harper WJ. Maximizing the Value of Milk Through Separation Technologies. *J Dairy Sci* 82:2238-2244, 1999.
36. Irwin M, Thompson J, Miller C, Gillin C and Ziegler M. Effects of sleep and sleep deprivation on catecholamine and interleukin-2 levels in humans: clinical implications. *J Clin Endo & Metab* 84;6:1979-1985, 1999.
37. Kent KD, Harper WJ, Bomser JA. Effect of whey protein isolate on intracellular glutathione and oxidant-induced cell death in human prostate epithelial cells. *Toxicol In Vitro* 17;1:27-33, 2003.
38. Kinney JM, Allison SP. Clues to ageing from cells, organs and outer space. *Curr Opin Clin Nutr and Metab Care* 6;1:3-7, 2003.
39. Lands LC, Grey VL, and Smountas AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol* 87:1381-1385, 1999.
40. Low PPL, Rutherford KJ, Gill HS, and Cross ML. Effect of Dietary Whey Protein Concentrate on Primary and Secondary Antibody Response in Immunized BALB/C Mice. *International Immunopharmacology* 3: 393-401, 2003.
41. Low PPL, Rutherford KJ, Cross ML, Gill HS. Enhancement of Mucosal Antibody Responses by Dietary Whey Protein Concentrate. *Food and Agricultural Immunology* 13;4:255-264, 2001.
42. Lyons JJ, Rauh-Pfeiffer A, Yu YM. Blood glutathione synthesis rates in healthy adults receiving a sulfur amino acid-free diet. *Proc Natl Acad Sci* 97;10:5071-5076, 2000.
43. Mariotti F, Simbelie KL, Makarios-Lahham L, Huneau JF, Laplaize B, Tome D, Even PC. Acute ingestion of dietary proteins improves post-exercise liver glutathione in rats in a dose-dependent relationship with the cysteine content. *J Nutr* 134;1:128-31, 2004.
44. McIntosh GH, Register GO, LeLeu RK, Royle PJ, Smithers GW. Dairy proteins protect against dimethylhydrazine-induced intestinal cancers in rats. *J Nutr* 125;4:809-16, 1995.
45. Middleton N, Jelen P, Bell G. Whole blood and mononuclear cell glutathione response to dietary whey protein supplementation in sedentary and trained male human subjects. *Inter J Food Sci Nutr* 55;2:131-141, 2004.
46. Miralles B, Bartolome B, Amigo L, Ramos M. Comparison of three methods to determine the whey protein to total milk protein in milk. *J Dairy Sci* 83:2759-2765, 2000.
47. Nieman DC. Infection, the Immune System and Exercise. *Encyclopedia of Sports Medicine and Science* 2004.
48. Parise G & Yarashki KE. The utility of resistance exercise training and amino acid supplementation for reversing age-associated decrements in muscle protein mass and function. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 3: 489-495, 2000.
49. Peterson B K, Herzberg LA, Vasquez K, Waltenbaugh C. Glutathione levels in antigen-presenting cells modulate Th1 versus Th2 response patterns. *Proc Natl Acad Sci* 95:3071-3076, 1998.
50. Pizza FX. Overtraining and Immunity. *Encyclopedia of Sports Medicine and Science* 2004.
51. Ravaglia G, Forti P, Maioli F, et al. Effect of micronutrient status on natural killer cell immune function in healthy free-living subjects aged >= 90 years. *Am J Clin Nutr* 71(2):590-8, 2000.
52. Redwine L, Hauger RL, Gillin C, Irwin M. Effect of sleep and sleep deprivation on interleukin-6, growth hormone, cortisol, and melatonin levels in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 85;10:3597-603, 2000.
53. Rowbottom DG, Keast D, Morton AR. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. *Sports Med* 21(2): 80-97, 1996.
54. Sere T, Knickelbein RG, Warshaw B, and Johnston RJ. The Phagocytosis-Associated Respiratory Burst in Human Monocytes Is Associated with Increased Uptake of Glutathione. *J Immunol* 165: 3333-3340, 2000.
55. Shimizu K, Matsuzawa H, Okada K, Tazume S, Dosako S, Kawasaki Y, Hashimoto. Lactoferrin-mediated protection of the host from murine cytomegalovirus. *J Archives of Virology* 141;10:1875-1889, 1996.
56. Smithers GW, Ballard FJ, Copeland AD, et al. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *J Dairy Sci* 79;8:1454-9, 1996.
57. Torry A, Penkman M, Sellar C, Heil C, Jelen P, Bell G. The effect of whey protein supplementation and endurance training on natural killer cell cytotoxic activity in cyclists. *Med Sci Sports Exer* 35;5:S100, 2003.
58. Townsend DM, Tew KD and Tapiero H. The importance of glutathione in human disease. *Biomarkers & Pharmacotherapy* 57 3-4:145-155, 2003.
59. Venkataraman V, Dayaram YK, Amin AG. Role of glutathione in macrophage control of mycobacteria. *Infection and Immunity* 71;4:1864-1871, 2003.
60. Walrand S, Chambon-Savonitch C, Felgines C, et al. Aging a barrier to renutrition? Nutritional and immunologic evidence in rats. *Am J Clin Nutr* 72(3): 816-824, 2000.
61. Walsh NP, Bannin AK, Robson PJ, Giles on M. Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms. *Sports Med* 26;3:177-91, 1998.
62. Walzem RM, Dillard CJ, and German JB. Whey Components: Millennia of Evolution Create Functionalities for Mammalian Nutrition: What We Know and What We May Be Overlooking. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42;4:353-375, 2002.
63. Wong KF, Middleton N, Montgomery M, Dey M, Carr RI. Immunostimulation of murine spleen cells by materials associated with bovine milk protein fractions. *J Dairy Sci* 81;7:1825-32, 1998.
64. Wong CW, and Watson DL. Immunomodulatory Effects of Dietary Whey Proteins in Mice. *J Dairy Res* 62: 359-68, 1995.
65. Wu GF, Fang Y, Yang S, Lu PT, and Turner ND. Glutathione Metabolism and Its Implications for

The U.S. Dairy Export Council would like to extend its appreciation to all who contributed to the development of this monograph, and would like to recognize the contribution

美國乳品出口協會出版

No. 2101 Wilson Boulevard, Suite 400, Arlington, VA 22201-3061, USA. Tel: 1 (703) 528-3049 Fax: 1 (703) 528-3075

 <p>台北辦事處 台北市信義區110信義路5段6號 世貿中心7樓7D-07室 電話: (886-2) 8789-8939 傳真: (886-2) 2726-2165</p>	<p>香港辦事處 香港奧發街郵政局 郵政信箱38156號 電話: (852) 2833-5977 傳真: (852) 2893-7538</p>	<p>上海辦事處 上海南京西路1376號上海商城438室 郵政區號200040 電話: (86-21) 6279-8668 傳真: (86-21) 6279-8669</p>
--	--	---

Managed by Dairy Management Website: www.usdec.org Email: usdec@prcon.com