



# 乳清濃縮蛋白在低脂食品中的應用



By Bobby R. Johnson, Ph.D.  
FS&T Consulting, Oklahoma

乳清產品在各  
種食品體系中有助  
於滑膩、結構、保  
水性、不透明度和  
附著等特性的發  
揮。它們的營養價  
值和獨特的功能性  
使它能被應用在許  
多低脂產品中，包  
括湯類、調味汁、  
沙拉和肉類食品  
中。

## 美國乳清蛋白作為 模擬脂肪

消費者對某些類型脂肪的過量攝入的關注，迫使食品工業開發新型的食品來滿足這一需求。如何使新開發的低脂食品 and 相應的全脂食品同樣被認可，這給食品製造商帶來了巨大挑戰。脂肪具有其自身的加工特性及食用特性，這些功能特性是在試圖降低產品脂肪含量時所必須考慮的。

脂肪影響食品的重要特性包括外觀、口感、結構、多汁感、風味和貯藏穩定性。食品中的某些脂肪可用一些類脂配料替代。這些脂肪替代品可以是脂質、蛋白質和碳水化合物，它們可單獨使用或以獨

特的方式混和使用。

總體來說，脂肪替代品可分為兩組：脂肪替代品和模擬脂肪。脂肪替代物與脂肪在化學結構上具有一定程度的接近，且與脂肪有相似的物理化學特性。它們通常是不可消化的或含較低的熱量。

模擬脂肪與脂肪具有明顯不同的化學結構。它們通常是以碳水化合物和/或蛋白質為基礎的。它們具有不同的功能特性，模擬脂肪的某些特徵性物理化學特性：黏度、口感、外觀。模擬脂肪廣泛用於生產乳狀液類低脂產品。乳清濃縮蛋白（WPC）被認為是模擬脂肪，它們在低脂食品中具有非常廣泛的用途，無論是單獨使用或與其它模擬脂肪混合使用。



## 美國乳清蛋白在低脂食品中的應用：概述

常在模擬脂肪的乳清濃縮蛋白主要有WPC34和WPC80（其中分別含蛋白質34%和80%）。它們應用於低脂食品中可帶來許多優點。它們的多功能特性提供了許多類似脂肪的特性。它們的主要功能是凝膠、保水、乳化增黏和附著。改變WPC的生產條件也可選擇性增強特定功能特性。

大多數將WPC應用做模擬脂肪的涉及到乳化作用，如沙拉醬、蛋黃醬、奶油湯、調味汁和加工肉製品。除此之外，添加WPC或替代蛋清、EP膠體、大豆蛋白和變性澱粉時還可降低成本。

WPC在低pH條件下仍可保持其功能特性，可在高酸性體系中獲得良好的乳狀液。因此，在低脂的沙拉醬塗層中，可以使脂肪具有較高的分散並使體系具有較高的保水能力。WPC可增強保水性，同時可以經由添加額外的水來降低成本，這樣所獲得的產品具有良好的黏度和混濁效果。

脫脂湯和調味醬的生產得益於脂肪的高度分散性和乳清蛋白的良好乳化特性。而且，在低脂湯和調味醬中，WPC的凝膠特性則賦予滑膩感和良好的結構。在低脂食品中添加WPC可以提供的另一重要功能：增加產品的混濁度，若沒有添加WPC，則產品混濁度會隨著脂肪的減少明顯下降。乳清蛋白在香腸和加工肉製品中也發揮重要作用，它具有好的保水性且可以使肉末很好的結合在一起。WPC可以降低成本、改善結構、口感和提供優良的營養價值。

### 美國乳清濃縮蛋白及其功能特性

WPC的功能特性包括乳化、高溶解性、凝膠性、攪打/起泡、保水、黏性。乳清蛋白的天然型態是球狀折疊結構。因此它們具有高溶解性和良好的攪打和乳化功能。pH、離子環境、濃度、脂肪的存在和熱處理都影響它們在食品應用中的功能特性。在WPC生產控制各種參數，可以選擇性增強特定的物理特性。美國供應商可以提供一些獨特功能性得到增強的WPC，用於特殊應用。

● **高凝膠性：**WPC的一重要功能是它們能形成熱凝性膠體。這些膠體可保持食品體系中水和其它非蛋白組合。凝膠形成需要鈣的參與，游離鈣的濃度是決定凝膠硬度和保水特性的關鍵因素。加熱時間、加熱溫度、pH和NaCl均影響WPC凝膠的結構。高凝膠WPC與樹膠和澱粉混合時，可生產低脂（3%）豬肉香腸，其結構特性與全脂香腸（20%）相似。

● **冷凝膠：**研究表明乳清蛋白必須預熱到70°C以上才能獲得冷凝膠能力。冷凝膠WPC現可在市場上獲得，它們可很好地應用在蛋黃醬和沙拉醬中。在肉製食品中應用時，可在真空滾揉時，加入冷凝膠WPC直到蛋白質完全滲入肉中，緊接著添加鹽使WPC成膠。試驗表示這一方法可改善肉製品的質量和提高產率。

● **熱穩定性：**加熱WPC可導致球狀蛋白的折疊結構打開，並凝結。研究人員已經表示 $\alpha$ -乳白蛋白加熱不形成凝結而 $\beta$ -乳球蛋白則形成大的凝結，而其中並未發現中間複合物。然而，這一種蛋白質相互作用可形成可溶性凝結和更大的顆粒，這都是經由雙硫鍵和疏水鍵相互作用的方式進行的。這一小步可導致小凝結沉澱或膠體網路結構的形成。小凝結仍然是可溶解的，它們可鎖定更多的水分，增加黏度和改善產品結構。然而會發生成膠或凝聚現象。降低WPC的pH，可抑制蛋白質的結構暴露並能增強熱變性的穩定性。控制低脂體系中的熱變性過程以防止缺陷產生是非常重要的。一些注意點包括當體系稀釋時保持溫度低於7°C。當固體含量從9%上升到44%（80°C加熱20分）時，WPC的熱變性量從80%下降至40%。最後，在某些體系中調整鈣的含量是有效的。

● **保水性：**在脫脂或無脂沙拉醬中，高保水性是WPC的重要功能性。保留的水分可改善結構並由於用水替代了油而降低成本。這一功能能對於絞拌肉製品和海鮮產品中也是有價值的，它能改善結構和口感。



## 美國乳清配料在脫脂沙拉醬中的功能性

- 在低脂食品應用中，具有高效分散脂肪能力，這是其強乳化作用特性的緣故。這可使沙拉醬混濁增加並產生與高脂產品具相同的外觀。
- 在脫脂和低脂配方中，乳清蛋白的保水性也是非常重要的。它可以結合更多水份，替代脂肪，維持結構、增加產率。
- 在長保存期限產品中可形成穩定的乳狀液甚至在酸性體系如沙拉醬中也一樣。
- 全部或部份替代蛋黃，保持同等的產品品質且可帶來降低成本的機會。

### “法國”脫脂沙拉醬配方

配料	用量 (%)
• 蕃茄泥	10.00%
• 水	14.50%
調味粉	
• 辣椒粉	0.05%
• 牛至	0.02%
• 研磨芥末	0.30%
• 黃原膠	0.30%
• 丙稀乙二醇褐藻酸鹽	0.10%
• 鹽	1.30%
• 糖	19.93%
• 醋	22.50%
WPC溶液	
• 水	7.50%
• WPC80	3.50%
• 植物油	20.00%

Formula courtesy: Capro ingredients/DFA, Coroma, CA

#### 製作程序：

1. 以中等速度將蕃茄泥與水混合
2. 加入調味粉
3. 加醋
4. 加入WPC80溶液
5. 在混合速度逐漸加快的情況下緩慢添加植物油
6. 在750mm真空下抽氣。

### 無脂千島配方

配料	用量 (%)
成份1a	
• 水	50.47%
• 糖	10.00%
• 鹽	1.00%
成份1b	
• WPC80	5.00%
• 變性澱粉	2.00%
• 黃原膠	0.10%
• 瓜爾豆膠	0.10%
成份2	
• 植物油	1.00%
成份3	
• 甜醋	10.50%
• 蕃茄糊	10.50%
• 12%的醋	5.00%
• 芥末	2.30%
• 洋蔥粉	1.50%
• 調味	0.53%

#### 製作程序：

1. 添加成分1a到乳化器中；
2. 將成分1b與成分2中的部分油混合，然後加入到成分1a中；
3. 均質至產生最佳黏度；
4. 將成分2乳化到成分1中；
5. 將成分3混合到乳化液中。

#### 優點：

1. 在冷處理，高酸性的醬中能全面發揮其功能特性；
2. 從細菌學的觀點，替代蛋黃是有益的且可降低成本；
3. WPC具有很強的乳化性能，可產生光滑和油膩結構；
4. WPC可增強產品的濁度、外觀和消費者吸引力
5. WPC口味柔和。

以上配方僅供參考，可能需要一些調整。請參考當地的食品法規，確定產品名稱和配料的用量。如需進一步協助，請與美國供應商或乳品出口協會聯繫。



## 美國乳清濃縮蛋白在脫脂湯和調味醬中的功能性

- 乳清蛋白有助於脫脂湯和調味醬的濁度，保持良好的感官效果以及滑膩外觀的保持。
- 乳清蛋白具有類似脂肪的潤滑性且明顯改善低脂湯和調味汁的口感。
- 乳清蛋白的乳化特性有助於脂肪的高效分散，這是經由在球狀油滴外圍形成界面膜的方式進行的，這可防止乳狀沉澱、凝聚和油滲出等現象的發生。乳清蛋白有助於從產品的外觀和消費者接受性的角度來延長產品的壽命。
- WPC34可帶來純正的乳製品風味，它與體系中的其它風味可很好地混合。

### 低脂奶油芹菜湯配方

配料	用量(%)
乳化液成分	
• WPC80	0.70%
• 酪乳粉	0.60%
• 稀奶油(30%脂肪)	1.55%
• 植物油	1.50%
• 水	12.00%
調味品	
• 芹菜，切塊	18.00%
• 水	22.00%
• 鹽	1.30%
• 調味料	0.50%
• 糖	1.20%
增稠劑	
• 變性澱粉	3.50%
• 小麥麵粉	1.4%
• 玉米澱粉	1.80%
• 製漿用水	14.00%
• 蒸汽冷凝物和最終稀釋液	19.95%

### 製作程序：

#### 乳化液配製

1. 將乳製品乾粉在38°C水中溶解；
2. 將油和稀奶油添加到水合乳蛋白和混料中；
3. 加熱到60°C並在211Kgf/cm<sup>2</sup>的壓力下均質。

#### 湯的製作

1. 將芹菜在90-95°C的溫度下，於配方水中漂白3-4分鐘
2. 添加鹽、糖和調味料；
3. 熱蒸汽加熱到60°C；
4. 將乳化液添加到加熱釜中；
5. 添加增稠劑並用熱蒸汽加熱使澱粉膨脹(88-92°C)；
6. 加熱水調整最終重量並完全混勻；
7. 趁熱裝灌。



## 乳清製品的應用、低脂食品

### 美國乳清濃縮蛋白在低脂產品中的功能特性

功能性	湯和調味汁	沙拉醬	肉製品
熱穩定性	•	•	
高凝膠性			•
黏度	•	•	•
溶解性	•	•	•
耐鹽性			•
保水性	•	•	•
乳化性	•	•	•
冷凝膠作用		•	•

### 高級脫脂稀奶油蘑菇湯配方

配料	用量 (%)
<b>乳化液成分</b>	
• WPC80	0.60%
• 脫脂乳份	1.40%
• 植物油	1.75%
• 稀奶油 (30%脂肪)	1.85%
• 磷酸二氧鈉	0.50%
• 水	14.00%
<b>調味料</b>	
• 蘑菇, 切塊	14.00%
• 鹽	1.80%
• 乳製品風味劑	0.40%
• 風味強化劑	1.05%
• 水	19.00%
<b>增稠劑</b>	
• 小麥麵粉	1.00%
• 變性澱粉	3.30%
• 玉米澱粉	1.60%
• 製漿用水	15.00%
• 蒸汽冷凝物和	22.75%
<b>最終稀釋液</b>	

#### 製作程序：

##### 乳化液製作

1. 將乳製品乾粉溶解在38°C的水中;
2. 將油和稀奶油添加到水合乳蛋白中, 混勻;
3. 加熱到60°C並在211kg/cm<sup>2</sup>下均質。

##### 湯的製作

1. 在90-95°C的配方水中將蘑菇漂洗3~4分鐘;
2. 添加鹽、調味料和風味增強劑;
3. 用蒸汽加熱到40°C;
4. 添加乳化劑到加熱釜中;
5. 添加增稠漿液並加熱使澱粉膨脹(80-92°C);
6. 用熱水調整最終重量, 並充分混勻;
7. 趁熱裝灌。

以上配方僅供參考, 可能需要一些調整, 請參考當地的食品法規, 確定產品名稱和配料的用量。如需進一





## 乳清製品的應用、低脂食品

# 乳清蛋白在脫脂肉製品中的應用

下面將介紹一種新的生產低脂香腸方法。它可形成一預成型乳清蛋白/卡拉膠替代配方中的脂肪。這是應用一種配料組成的模擬脂肪來獲得理想產品質量的例子。在這個例子中使用WPC34是一項經濟有效的方案。具體的成本節約水平將依賴於當地的配料價格，且應由每一製造商來評估。

### 低脂牛肉丁餡餅配方

配料	用量 (%)
低脂牛肉(90% 瘦肉)	85.20%
水	10.00%
WPC80	4.00%
鹽	0.50%
三聚磷酸鹽	0.30%

#### 製作過程：

1. 將乳清濃縮蛋白和磷酸鹽在機械混合器中用水溶解，混合15分鐘；
2. 將上述漿液冷卻，並冷藏在4°C過夜；
3. 將漿液和鹽添加到肉中；
4. 充分均勻研磨過9.5mm圓盤，然後過4.5mm圓盤。

以上配方僅供參考，可能需一些調整。請參考當地的食品法規，確定產品名稱和配料的用量。如需進一步協助，請與美國供應商美國乳品出口協會聯繫。

### 低脂豬肉香腸配方

配料	低脂產品%	控制組%
豬肉(98% 瘦肉)	40.00%	40.00%
後背脂肪	0.00%	20.00%
水	23.50%	27.50%
麵包屑	10.00%	10.00%
調味料	1.50%	1.50%
磷酸鹽	1.00%	1.00%
預成型膠	20.00%	0.00%
澱粉	3.00%	0.00%
預成型膠		
• 高凝膠性WPC34	8.00%	
• 卡拉膠	1.50%	
• 水	90.50%	

#### 製作程序：

1. 完全混勻並置於一不滲漏袋中；
2. 蒸汽箱中加熱到80°C，保溫2小時；
3. 冷卻到4°C並保持16小時；
4. 切成3cm大小的立方塊。

#### 香腸製作

1. 將肉（切碎過12mm圓盤）、水、調味料和澱粉置於切碎機中，絞1.5分鐘；
2. 添加已切割的預成型膠體（用後背脂肪做對照組），再絞1.5分鐘；
3. 添加麵包屑，再絞1.5分鐘；
4. 充填。

## 美國乳清配料在低脂肉製品中的功能特性

- 乳清蛋白擁有親水和疏水區；這賦予它們乳化特性。這一能力可使之能與肉片、脂肪和其它成分相互作用，使脂肪和水分得以保持，而這是保證低脂食品的水分和口感所必要的。
- 熱凝膠可形成三維網狀結構，可鎖定肉汁和配方中的水分。在低脂產品中對於脂肪的保留也是非常重要的，這可防止製品乾燥化並維持潤滑度。保住高含量的水分可帶來非常可觀的經濟效益。
- 乳清蛋白與其它配料和模擬脂肪具有很好的相容性，這可加強脫脂肉製品配方設計的靈活性。乳清蛋白還與其他脂肪替代品具有協同作用效果，可生產經濟型的產品。
- 在注射或真空翻滾時，添加乳清蛋白及其他配料的肉製品中，乳清蛋白經鎖定水分和脂肪而提高產率、減少蒸煮縮水，並有助於使肉屑結合。





## 問題與解答



**問：WPC對低脂產品是否有風味上的影響？**

答：總體來說，WPC本身的風味特別淡，WPC34可能稍含乳製品的風味且有一點甜味。乳清蛋白能結合風味物質而且在低脂食品中隨著攜帶風味物質的脂肪和其它載體的減少，其風味會更突出。根據具體應用情況，可經由增加調味料的辦法予以彌補。

**問：在低脂產品中應用WPC是否增加成本？**

答：總體來說，低脂產品成本確實要高一些，因此售價也高一些。與簡單的、低品質的產品相比，WPC的成本以及其他模擬脂肪和調味品會增加產品的成本。然而，這些高功能性的配料在用量很少的情況下也可高效發揮其作用，它可替代其它價格更高的配料如變性澱粉、膠體和乳化劑。而且，還會由於保持水分和脂肪而使產品的產率和品質得到提高，成本也得以降低。根據其它配料和加工參數的不同，使用WPC可節約10~20%的費用。

**問：在低脂食品中應用WPC時，是否需要改變加工技術？**

答：每一種應用都有其獨特的需求，這也表示根據具體用途來選擇不同的WPC。對熱加工湯和調味汁來說，WPC是乳化劑和結構改良劑，需要注意的幾點是：在混勻時，應注意加熱條件，避免

形成大的不溶性沉澱。選擇熱穩定性更好的WPC減少這一危險，同時建議熱處理操作應非常小心。

在應用於沙拉醬時，冷凝膠WPC可能熱穩定性稍差一些，而在肉製品應用時，製品對鹽的敏感性和黏性二個因素是必須考慮的。美國WPC製造商和供應商對它們的配料均配備了專門的應用指南。

**問：是否有關於如何選擇哪一類型的WPC的指南？**

答：如果經濟效益是考慮的首要因素，則選用能提供所需功能特性的蛋白質含量最低的WPC產品是最合適的。每一種產品的應用都有其獨特性，但隨著WPC中蛋白質含量的增加，對於其最佳功能和產生最好的終產品要求會降低。在某些產品應用中，提升WPC的價格或價值的一種方法是對標準WPC34或WPC50進行熱處理，這樣可增強其功能性。這在乳化低脂食品中應用時，可經由加熱預乳化混合料到60~80°C，保持5分鐘，然後均質的辦法完成，黏度和結構都會得到增強。

**問：WPC可提供營養方面的益處嗎？**

答：乳清濃縮蛋白有助於提高低脂食品的蛋白質含量。而且，這些高質量的蛋白質將有助於提高湯和調味醬中的蛋白質效率。它們在藥膳食品尤其有效，可應用於運動員、老年人和兒童食品的配方設計。乳清濃縮蛋白的鈣含量可高達800mg/100g或更多(相當於高鈣乳酪)，這一點是在設計配方中營養素含量應該考慮進去的。WPC在兒童鈣強化食品、孕婦或老年

食品配方中是高價值的配料。在設計低糖脫脂食品時，可選用WPC80和乳清分離蛋白，因為它們含非常少量的乳糖。

**問：製造商如何才能找到美國乳清濃縮蛋白的供應商？**

答：美國乳品出口協會，是代表整個美國乳品工業的非營利性協會，它可幫助你與供應商建立聯繫。請與USDEC的九個國際辦事處或美國總部聯繫。有關美國乳品出口協會、產品和供應商的信息可瀏覽網站 [www.usdec.org](http://www.usdec.org)



參考文獻

Akoh, C. C., 1998. "Fat replacers" *Food Technology* 52; (3)47-53.

Anon. 1989. *Calpro Ingredients Technical Booklet*. Corona, CA, USA.

Barbut, S, and E, A. Foegeding, 1993, "Ca-induced gelation of pre-heated whey protein isolate." *J. Food Sci.* 58: 867-871.

Beuschel, B. C. J. D. Culbertson, J. A. Partridge and D. M. Smith. 1992. "Gelation and emulsification Properties of partially insolubilized whey protein concentrates." *J. Food Sci.* 57: 605-609.

Boye, J. I., I. Alli. A. A. Ismail, B. F. Gibbs and Y. Konishi. 1995. "Factors affecting molecular characteristics of whey protein gelation." *Int, Dairy Journal* 5: 337-353.

Boye, J. I., I. Alli, H. Ramaswamy and V. G. S. Raghavan, 1997. "Interactive effects of factors affecting gelation of whey proteins." *J. Food Sci.* 62: 57-65

Brandenberg, A. H., C. V. Morr, and C. L. Weller, 1992. "Gelation of commercial whey protein concentrates: Effect of removal of low-molecular-weight components." *J, Food Sci.* 57: 427-432.

Calorie Control Council, 1996. *Fat reduction in foods*. Atlanta, GA, USA.

Cayot, P., and D, Lorient, 1996. *Structure-function relationships of whey proteins*. Ch. 8 in "Food proteins and their Applications" edited by A. Damodaran and A. Paraf. Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA.

Damodam, S., 1997. *Protein-stabilized foams and emulsions*. Ch. 3 in "Food proteins and their Applications" edited by A. Damodaran and A. Paraf. Marcel Dekker, Inc, New York, NY, USA.

Damodam, S. and K. Anand, 1997. "Sulphydryl disulfide inter change-induced interparticle protein polymerization in whey protein-stabilized emulsions and its relation to emulsion stability." *J. Agric. Food Chem.* 45, 3813-3820.

Daugaard, L. 1994. "Whey protein texturizer -hot news for cold mayonnaise processes." *Food Marketing & Technol.* 8 (4) 34, 37.

Dalgleish, D. G., V. Senaratne, and S. Francois, 1997. "Interactions between  $\alpha$ -lactalbumin and  $\beta$ -lactoglobulin in the early stages of heat denaturation." *J. Agric. Food Chem.* 45: 3459-3464

Desmond, E. M. and D. J. Tory, 1998. "The effects of tapioca starch, oat fiber and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers." *Lebensm. -Wiss. u-T echnol.* 31: 653-657.

De Wit, J. N., 1998. "Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products." *J. Dairy Sci.* 81: 597-608.

Dickinson, E. and Soon-Taek Hong, 1994. "Surface coverage of  $\beta$ -Lactoglobulin at the oil-water interface: influence of protein heat treatment and various emulsifiers." *J. Agric. Food Chem.* 42: 1602-1606.

Dickinson, E, 1997. "Properties of emulsions stabilized with milk proteins:overview of some recent developments." *J. Dairy Sci.* 80: 2607-2619

Elofsson, C. P. Dejmek. M. Paulsson, and H, Burling, 1997. "Characterization of a cold-gelling whey protein concentrate." *Int. Dairy Journal* 7:601-608.

Holcomb, D. N. L. D. Ford. and R. W. Martin, Jr., 1997. *Dressings and Sauces*, Ch. 8 in "Food Emulsions." 3rd ed., edited by K. Larsson and S. E. Friberg, Marcel Dekker. New York, NY, USA.

Hunt, J. A. and D. G. Dalgleish, 1994. "Effect of pH on the stability and surface composition of emulsions made with whey protein isolate." *J. Agric. and Food Chem.* 42-2131-2135.

Hwang, C. S., 1994. *Decreasing the gelation temperature of whey protein concentrates to increase functionality*. Ph. D. Dissertation, Ohio State University, USA.

Karleskind, D., I. Laye. F.I. Mei. and C. V. Morr. 1995 "Chemical pretreatment and microfiltration for making delipidized whey protein concentrate." *J. Food Sci.* 60. 221-226.

Kinsella, J. E. 1984. "Milk proteins.physiochemical and functional properties." *CRC Crit. Rev. Food Sci Nutri.* (3) 21: 197-262.

Lucca, P. A. and B, J. Tepper, 1994. "Fat replacers and the functionality of fat in foods." *Trends in Food Sci. Technol.* 5: 12-19.

Lyons, P. H., J. F. Kerry, P. A. Morrissey and D.J. Buckley. 1998. "The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low-fat pork sausages." *Meat Science* 51: 43-52.

Mangino, M. E., 1992. "Gelation of whey protein concentrates." *Food Technol.* 46: 114-117.

McClements, D. J. and M. K. Keogh. 1995. "Physical properties of cold-setting gels formed from heat-denatured whey protein isolate." *J. Food Sci Agri* 69: 7-14.

McClements, D. J. and K. Demetriades. 1998. "An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions." *Crit. Rev. Food Sci Nutr.* 38: (6) 511-536.

Mei, F. J., Laye, D. Karleskind, and C. V. Morr, 1996. "Gelation of calcium-reduced and lipid-reduced whey protein concentrates as affected by total and ionic mineral concentrations." *J. Food Sci.* 61: 899-905.

Moore, P. B. K. Langley, P. I. Wilde, A. Fillery-Travis, and D. I. Mila, 1998. "Effect of emulsifier types on sensory properties of oil-in-water emulsions." *J. Sci. Food Agric.* 76: 469-476.

Morr, C. V., 1991. *CDR/ADPI Whey Protein Workshop*. University of Wisconsin, Madison, WI, USA.

Morr, C. V., 1992/ "Improving the texture and functionality of whey protein concentrate." *Food Technol.* 46. 110-113.

Parris, N., C. M. Hollar, A Hsieh, and K. D. Cockley, 1997. "Thermal stability of whey protein mixtures: Aggregate formation." *J. Dairy Sci.* 80: 19-28.

Rattray, W. & P. Jelen. 1997. "Thermal stability of skim milk/whey protein solutions blends." *Food Research International* 30 (5) 327-334.

Shand, P. J., 1997. *Mimetic and synthetic fat replacers for the meat industry*. Ch. 9. p\_191-209. In: "Production and Processing of Healthy Meat, Poultry and Fish Products." Vol. II in *Advances in Meat Research*.


Smith, D. M. and A. J. Rose, 1994. "Gel properties of whey protein concentrates as influenced by ionized calcium." *J. Food Sci.* 59: (5)

Tory, D. J., E. M. Desmond and D. J. Buckley, 1991. "Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends." *J. Sci. Food Agric.* 79: 507-516.

Turgeon, S. L., S. F. Gautheir, and P. Paquin, 1991. "Study of the emulsifying property of whey peptide fractions in function to pH and ionic strength." *J. Food Sci.* 57: 60-604.

Turgeon, S. L., S. F. Gautheir, and P. Paquin, 1992. "Interfacial properties of tryptic peptides of  $\beta$ -lactoglobulin." *J. Agric, Food Chem.* 40: 669-675

Turgeon, S.L., C. Sanchez, S. F. Gautheir, and P. Paquin, 1996. "Stability and rheological properties of salad dressing containing peptidic fractions of whey proteins." *Int. Dairy Journal* 6: 645-658.



美國乳品出口協會  
由乳品管理公司管理

美國乳品出口協會出版

2121 201st Bl., West, S. 1540  
St. Paul, MN 55120 USA  
Tel: 651-733-7748  
Fax: 651-733-7749  
www.usda.gov

美國乳品出口協會臺灣辦事處

臺灣臺北 106 信義區信義路 1 段 100 號  
信備中心 1100 室  
電話: 886-2-2723-8888  
傳真: 886-2-2723-8219  
E-mail: usda@tw.usda.gov