

시판 유청분말의 이화학적 및 기능적 특성

조수진 · 홍윤호

전남대학교 식품영양학과

Physicochemical and Functional Properties of Commercial Whey Powders

Soo-Jin Cho and Youn-Ho Hong

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

In order to understand some physicochemical and functional properties of whey powders, imported and domestic products were analyzed. The pH values of imported whey powder solution were 5.85~6.33, while those of domestic 5.70~6.43. The titratable acidity values of imported whey powders were 0.11~0.18%, while those of domestic products 0.10~0.24%. The contents of moisture, crude ash, protein, lipid and lactose of the imported whey powder were 1.31~2.10%, 7.37~7.49%, 11.54~12.14%, 0.82~1.40%, and 64.63~72.66%, respectively, while those of domestic products 2.11~2.81%, 5.39~8.03%, 10.41~20.03%, 1.88~2.54%, and 54.32~68.42%, respectively. The active SH group contents of imported whey powders were 0.36~0.82 $\mu\text{M/g}$, while those of domestic products ranged 0.29~4.83 $\mu\text{M/g}$. The protein solubility of imported whey powders were 54.50~82.26%, while that of domestic products 26.93~68.44%. The emulsifying capacity and the emulsion stability of imported whey powders were 5.83~12.53 cm^2/g and 10.24~12.45%, respectively, while those of domestic products 6.19~11.28 cm^2/g and 7.28~9.93%, respectively. The foam overrun and stability of imported whey powders were 4.34~5.54% and 0.49~0.66%, respectively, while those of domestic products 2.56~4.24% and 0.15~0.35%, respectively.

Key words: whey powder, physicochemical, functional properties

서 론

치즈 제조시 생기는 부산물인 유청은 종전에는 폐기 또는 사료로 이용되어 왔으나 영양적으로 우수하므로⁽¹⁻³⁾ 최근에는 고급식품소재로 각광을 받기 시작하여 이의 이용에 관한 연구들이 진행되어 왔다⁽⁴⁻⁷⁾.

유청단백질은 필수아미노산과 높은 생물가 및 영양생리적 활성을 가지고 있을 뿐만 아니라 유화작용, 기포형성, 용해성, 점도증가, 겔형성, 물성의 향상, 향미의 제고 등 폭넓은 기능성으로 인하여 외국의 경우 식품첨가물로 다양하게 이용되고 이에 관한 연구들이 활발하게 수행되어 왔다⁽⁸⁻¹³⁾. 유청분말은 그 제법 및 용도에 따라 제품의 종류가 매우 다양한데 주로 유산균음료, 아이스크림, 제과, 제빵, 고단백 식품첨가물 등의 제조에 이용되고 있으며 앞으로 더욱 크게 활용될 것으로 전망된다⁽¹⁴⁾.

국내에서 유청에 관한 연구로는 홍⁽³⁾과 이⁽¹⁵⁾가 유청의 영양학적 특성과 이용에 관하여 보고하였고 박 등⁽¹⁶⁾은

유청음료의 개발을 시도하여 발표하였으며 기와 홍⁽¹⁷⁾은 인삼과 유청을 혼합한 인삼 유청음료의 개발을 모색하였는데, 국산 유청분말의 식품학적 특성에 관한 연구는 거의 보고되지 않고 있다. 유청분말의 국내 생산기술은 초보적 단계이므로 낙농산업의 활성화와 국제경쟁력제고를 위해서는 원료의 선택, 분리 및 정제, 제조기술의 개발, 품질관리 등의 많은 연구가 절실히 요망되고 있다.

본 연구에서는 시판되고 있는 수입 유청분말과 국내에서 생산되는 유청분말의 이화학적 특성과 기능성을 분석, 비교하여 유청제품의 특성과 기능성 향상에 도움을 주고 제품의 다양화와 국산화에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시판되고 있는 수입 유청분말은 탈염 유청분말 A, 유청분말 B와 C를 구입하였고, 국내에서 생산되는 유청분말은 각각 D, E, F, G사에서 제조한 것을 사용하였다.

pH 및 적정산도는 식품공전의 방법⁽¹⁸⁾에 따라 측정하였고, 수분과 회분함량은 AOAC방법⁽¹⁹⁾, 단백질함량은 Lowry법⁽²⁰⁾에 기초하여 측정하였으며, 지방질함량은 ch-

Corresponding author: Youn-Ho Hong, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

loroform-ethanol 추출법⁽²¹⁾을 일부 변형하여 측정하였다.

유당함량은 Olano 등⁽²²⁾의 방법에 따라 개스크로마토그래피(Shimadzu GC-14A)를 이용하여 측정하였는데 분리관은 stainless steel(3.2 mm×3 m)로 Chromosorb W-Hp(80~100 mesh)에 2% OV-17을 충전한 것으로 온도는 분당 15°C로 상승시켜 270°C로 유지하였으며, 검출기는 flame ionization detector(FID)를 사용하였고 온도는 주입구와 동일하게 300°C로 하였으며 운반개스는 질소로, 유속은, 분당 30 ml이었다.

활성 SH그룹의 함량은 Hardam⁽²³⁾의 방법에 따라 각 시료 용액 2g을 100 ml 용량플라스크에 증류수로 희석한 후 1 ml를 시험관에 넣고 Tris-glycine 완충액(10.4g Tris-HCl, 6.9g glycine, 1.2g EDTA를 1l에 녹여 pH 8.0으로 조정) 8 ml를 첨가하였다. 신선한 Ellman 시약(DTNB 4 mg/ml; 5,5'-dithiobis-2-nitrobenzoic acid in Tris-glycine 완충액) 1 ml로 발색시켜 분광광도계(Spectrophotometer, Coleman, U.S.A)로 412 nm와 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

단백질의 용해성은 Morr 등⁽²⁴⁾의 방법을 이용하여 각 시료 1g을 100 ml 용량플라스크에 증류수로 채운 다음 10,000×g에서 30분간 원심분리시켜 상등액을 Lowry 방법⁽²⁰⁾으로 측정, 환산하였다. 유효능력은 Patel과 Kilara⁽²⁵⁾의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 2%(w/v) 유청분말 시료 30 ml와 옥수수 기름 10 ml를 biohomogenizer (ESGE, Switzerland)로 1분간 균질화 시킨 다음 각 유화액 100 µl를 0.1% SDS를 함유한 인산완충액(pH 7)에서 100:1(v/v)로 희석한 후 분광광도계(Spectrophotometer, Coleman, U.S.A)로 500 nm에서 흡광도를 구하였다. 유효안정성은 Tornberg와 Hermansson⁽²⁶⁾의 방법에 의하여 실온에서 0.1 M 인산완충액(pH 7)에 2%로 희석한 시료 용액 64 ml와 옥수수 기름 16 ml를 biohomogenizer (ESGE, Switzerland)로 2분간 균질화하였다. 각각 발생한 유화액을 분액깔대기에 옮긴다음 실온에서 하루 방치한 후 분액깔대기 바닥층의 20 ml의 지방농도를 chloroform-ethanol 추출법으로 측정하였다. 거품형성능력과 안정성은 Morr 등⁽²⁴⁾의 방법 및 Phillips 등⁽²⁷⁾의 방법을 일부

변형하였는데 거품형성능력(overrun)은 6%의 유청분말 용액 100 ml를 blender(Goldstar, Korea)로 5, 10, 15, 20 분간 whipping하여 거품을 발생시켰고 overrun percentage로 표현하였다. 거품안정성은 whipping하여 생성된 거품으로부터 유출된 액상의 무게를 측정, 환산하였다.

결과 및 고찰

유청분말의 이화학적 특성

유청분말의 이화학적 분석 결과는 Table 1에 제시된 바와 같다.

각 유청분말의 pH는 5.70~6.58이었으며 수입한 탈염 유청분말 A는 6.58, 수입 유청분말 B와 C는 각각 6.33과 5.85이었고 국산 유청분말 D, E, F, G는 5.70~6.43이었다. 이는 Mair-Waldburg와 Luebenau-Nestle⁽²⁸⁾이 제시한 응유효소 유청분말의 pH 5.8~6.5와 유사하였다.

적정산도는 제품 중의 유기산 함량을 측정하여 신선도와 품질수준을 파악하는 지표로 수치가 높을수록 신선도와 품질이 저하되었음을 의미하는데, 수입 탈염유청분말 A의 경우 0.02%로 가장 낮았으며 수입 유청분말 B와 C는 각각 0.11%와 0.18%, 국산 유청분말 D, E, F, G는 0.10~0.24%로 측정되었다. 이것은 Evans와 Gordon⁽²⁹⁾이 제시한 0.1%에 비해 약간의 차이를 보이는 값이었다.

수분함량은 수입한 유청분말 중 탈염한 시료 A에 1.19%, 수입한 시료 B와 C에 1.31~2.10%, 국산시료 D, E, F, G에는 2.11~2.81%가 함유되어 있었는데, 국산 유청분말의 수분함량이 더 높았으나 문헌값⁽²⁸⁾ 0.49~4.38%의 범위에 포함되었다.

회분함량은 수입 탈염유청분말 A에는 0.16%, 수입 유청분말 B와 C에는 각각 7.37%와 7.49%, 그리고 국산 유청분말 D, E, F, G에는 5.39~8.03%이었는데, 이는 Rueckemann⁽³⁰⁾과 Glas⁽³¹⁾가 보고한 8.6~9.0% 보다 다소 낮은 값이었다.

단백질함량은 수입 탈염유청분말 A의 경우 12.29%, 수입 유청분말 B와 C는 각각 11.54%와 12.14%, 그리고 국산 유청분말에는 10.41~20.03%로 문헌값들^(31,32) 11.2

Table 1. Physicochemical properties of domestic and imported whey powders

Whey powder	pH ± SD	Acidity (%)± SD	Moisture (%)± SD	Ash (%)± SD	Protein (%)± SD	Lipid (%)± SD	Lactose (%)± SD	Active SH (µM/g)± SD
A	6.58± 0.03	0.02± 0.01	1.19± 0.07	0.16± 0.01	12.29± 0.51	0.99± 0.12	71.23± 0.52	0.59± 0.15
B	6.33± 0.02	0.11± 0.04	1.31± 0.06	7.37± 0.03	11.54± 0.38	1.40± 0.25	64.63± 0.65	0.82± 0.14
C	5.85± 0.03	0.18± 0.01	2.10± 0.05	7.49± 0.05	12.14± 0.42	0.82± 0.11	72.66± 0.60	0.36± 0.07
D	5.70± 0.02	0.24± 0.02	2.11± 0.23	8.03± 0.04	20.03± 0.26	2.32± 0.09	62.29± 6.58	4.83± 0.51
E	6.15± 0.02	0.13± 0.01	2.81± 0.13	6.78± 0.03	13.13± 0.35	1.88± 0.04	62.58± 0.62	0.29± 0.06
F	6.37± 0.04	0.10± 0.01	2.56± 0.18	5.39± 0.01	10.41± 0.83	2.53± 0.24	68.42± 1.15	2.74± 0.28
G	6.43± 0.01	0.10± 0.01	2.54± 0.19	7.91± 0.08	13.84± 0.57	2.54± 0.20	54.32± 1.05	0.31± 0.08

Number of samples n=5, SD: standard deviation

A: Imported demineralized whey powder

B-C: Imported whey powder

D-G: Domestic whey powder

Table 2. The functional properties of domestic and imported whey powders

Whey powder	Protein solubility (%)±SD	Emulsifying capacity (cm ² /g)±SD	Emulsion stability (%)±SD	Foam overrun (%)±SD	Foam stability (%)±SD
A	99.49±4.08	12.84±0.65	13.47±0.12	4.69±0.20	0.98±0.03
B	82.26±0.52	12.53±0.58	12.45±0.19	5.54±0.09	0.66±0.05
C	54.50±0.97	5.83±0.30	10.24±0.11	4.34±0.23	0.49±0.04
D	26.93±0.73	6.50±0.82	7.28±0.32	2.69±0.11	0.21±0.04
E	58.40±4.07	11.28±0.28	9.93±0.29	4.20±0.14	0.15±0.04
F	64.21±1.70	6.19±0.59	8.92±0.15	4.24±0.18	0.35±0.04
G	68.44±3.53	8.24±0.38	8.24±0.10	2.56±0.07	0.15±0.02

Number of samples n=4, SD: standard deviation

A: Imported demineralized whey powder

B-C: Imported whey powder

D-G: Domestic whey powder

~13.0%에 속하였으나 D사의 제품에서는 높은 값을 보였는 바, 다른 식품단백질의 첨가에서 기인하는 것으로 추정된다.

지방함량은 수입한 탈염유청분말 A에는 0.99%, 수입 유청분말 B와 C에는 각각 1.40%와 0.82%였으며 국산 유청분말 D, E, F, G에는 1.88~2.54%로 수입 유청분말 보다 높았는데, 다른 문헌값들^(28,32)인 0.41~2.40%와 유사하였다.

유당함량은 수입한 탈염유청분말 A의 경우 71.23%, 수입 유청분말 B와 C는 각각 64.63%와 72.66%였으며 국내에서 생산된 유청분말의 경우 54.32~68.42%로써 수입한 제품보다 낮았다. 대부분의 유당함량은 다른 연구 결과들⁽³⁰⁻³²⁾이 제시한 60~73%의 범주에 속하였으나 국내 G사 제품의 경우 54.3%로 낮았다.

활성 SH그룹의 농도는 수입한 탈염유청분말 A에서는 0.59 μM/g, 수입 유청분말 B와 C에서는 각각 0.82 μM/g과 0.36 μM/g, 그리고 국내에서 생산된 유청분말 D, E, F, G에서는 0.29~4.83 μM/g이 측정되었다. SH그룹의 함량은 유청분말의 제조시 열처리 온도가 높을수록 증가되고 겔형성 등 기능성에 매우 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었다^(9,23).

유청분말의 기능성

시판되는 수입 및 국내 생산된 유청분말의 여러 기능성을 측정한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

유청분말의 단백질 용해성은 수입한 탈염 유청분말의 경우 99.49%로 가장 우수하였으며, 수입 유청분말 B와 C는 각각 82.26%와 54.50%로 측정되었고, 국산 유청분말 D, E, F, G는 26.93~68.44%로 수입제품들이 더 높은 수준이었다. De Wit⁽³³⁾는 pH 4~6.5에서 70°C 이상 열처리를 받으면 용해성이 감소된다고 보고하였는 바, 국산 유청분말의 제조시 열처리 부당이 수입제품의 경우 보다 컸던 것이 아닌가 추정된다.

유화능력은 수입한 탈염유청분말 A가 12.8 cm²/g, 수입 유청분말 B와 C는 각각 12.53 cm²/g 및 5.83 cm²/g이었고 국산 유청분말들은 6.19~11.28 cm²/g이었다. 유화안정성

은 형성된 유화액을 유지시키려는 단백질의 특성인데 수입 탈염유청분말 A에서는 13.47%, 수입 유청분말 B와 C는 각각 10.24%와 12.45%로써 국산 유청분말 D, E, F, G의 7.28~9.93% 보다 높았다. Maugino⁽³⁴⁾ 및 Tornberg와 Hermansson⁽²⁶⁾은 유화안정성이 유화액을 균질화시키는 과정에서 에너지투입의 중요성을 강조했다 De Wit⁽⁹⁾은 유청단백질의 유화성은 pH 4와 5에서 가장 빈약하다고 보고하였다.

거품형성능력은 수입 탈염유청분말 A가 4.69%, 수입 유청분말 B와 C는 각각 5.54%와 4.34%, 그리고 국산 유청분말 D, E, F, G는 2.56~4.24%이었으며, 거품안정성의 경우 수입 탈염유청분말은 0.98%, 수입 유청분말 B와 C는 각각 0.66%와 0.49%, 그리고 국산유청분말 D, E, F, G는 0.15~0.35%로 측정되어 국산품이 다소 열등한 것으로 나타났다. Kinsella⁽³⁵⁾에 따르면 거품형성은 단백질의 용해성이 최대에 가까울 때 잘 얻어질 수 있다고 하였는데 용해성과 거품형성능력의 차이는 제품의 제조공정, 성분조성, 유청단백질의 타입, 거품일기 방법과 기구의 차이 등에서 기인할 것으로 생각된다. Fig. 1은 거품일기 시간 5, 10, 15, 20분에서 각 유청분말의 거품형성능력을 나타내고 있다. 대부분의 시료에서 시간이 경과할수록 거품형성능력은 증가하였는데 이는 Phillips 등⁽²⁷⁾이 우유단백질, 카제인염, 유청단백질 분리물 등을 시료로하여 매 5분마다 20분간 수행한 실험에서 거품형성능력이 계속 증가하였다는 연구결과와 일치한다. 한편, 국산 유청분말 D와 G는 거품일기 15분에서 거품형성능력이 최대이고 20분이 경과하면 감소하였다. 거품일기 시간에 따른 거품안정성은 Fig. 2에 제시된 바와 같이 수입 유청분말들과 국산 유청분말 F는 시간이 경과할수록 안정성이 증가하였는데, 국산 유청분말 D, E, G는 15분까지는 증가하다가 20분이 지나면서 안정성이 감소하였다. 이는 제품들의 불용성화(insolubilization)와 공기의 혼합에 기인한 것으로 추정된다⁽²⁷⁾.

요 약

본 연구에서는 시판되고 있는 수입 및 국산 유청분

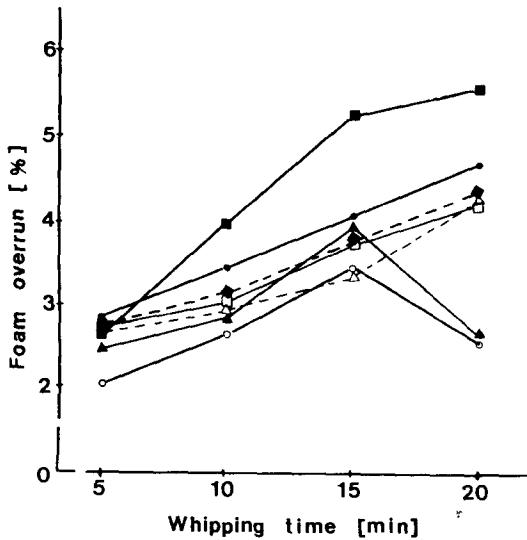


Fig. 1. Foaming capacity of domestic and imported whey powders

A: ●-●, B: ■-■, C: ■-■, D: ▲-▲, E: □-□, F: △-△, G: ○-○

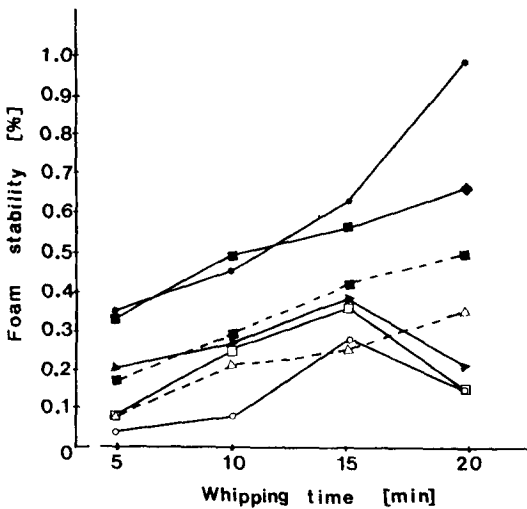


Fig. 2. Foaming stability of domestic and imported whey powders

A: ●-●, B: ■-■, C: ■-■, D: ▲-▲, E: □-□, F: △-△, G: ○-○

말제품의 이화학적 및 기능적 특성들을 파악하기 위하여 분석 및 측정을 하였다. pH는 수입한 유청분말의 경우에 5.85~6.33이었으며 국산 제품의 경우에 5.70~6.43이었다. 적정산도는 수입 유청분말이 0.11~0.18%이었고 국산품이 0.10~0.24%이었다. 제품의 수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 조유당함량은 수입품의 경우에 각각 1.31~2.10%, 7.37~7.49%, 11.54~12.14%, 0.82~1.40%, 그리

고 64.63~72.66%이었으며 국산품의 경우에 각각 2.11~2.81%, 5.39~8.03%, 10.41~20.03%, 1.88~2.54%, 그리고 54.32~68.42%로 나타났다. 활성 SH그룹의 함량은 수입한 유청분말의 경우에 0.36~0.82 μM/g, 그리고 국산 제품에서는 0.29~4.83 μM/g으로 측정되었다. 유청단백질의 용해성은 수입품에서는 54.50~82.26%, 그리고 국산품에서는 26.93~68.44%이었다. 유화능력과 유화안정성은 수입품의 경우 각각 5.83~12.53 cm²/g와 10.24~12.45%이었고 국산품의 경우 각각 6.19~11.28 cm²/g와 7.28~9.93%이었다. 거품능력과 거품안정성은 각각 수입품이 4.34~5.54%와 0.49~0.66%이었고 국산품이 각각 2.56~4.24%와 0.15~0.35%이었다.

문 헌

1. Forsum, E. and Hambraeus, L.: Nutritional and biochemical studies of whey products. *J. Dairy Sci.*, **60**, 370 (1976)
2. Morr, C.V. and Ha, E.Y.W.: Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **33**(6), 431 (1993)
3. Hong, Y.-H.: Nutritional properties and utilization of bovine whey. *Korean J. Nutr. Soc.*, **10**, 137 (1983)
4. Kravchenko, E.F.: Whey beverages. In trends in utilization of bovine whey and whey derivatives. *IDF Bulletin*, **233**, 61 (1988)
5. Drissen, F.M. and Van den Berg, M.G.: New developments in whey drinks. *IDF Bulletin*, **255**, 11 (1990)
6. Van Hoogstraeten, J.J.: The marketing of whey products. *IDF Bulletin*, **212**, 17 (1987)
7. Kikucyi, E.: Utilization and problem of whey into food. *Food Development*, **19**, 113 (1984)
8. Dybing, S.T. and Smith, D.E.: Relation of chemistry and processing procedures to whey protein functionality-A review. *Cultured Dairy Products J.*, **4** (1991)
9. De Wit, J.N.: Functional properties of whey proteins in food systems. *Neth. Milk Dairy J.*, **39**, 71 (1984)
10. Leman, J. and Kinsella, J.E.: Surface activity, film formation and emulsifying properties of milk proteins. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **28**, 115 (1989)
11. Schmidt, R.H.: Effects of processing on whey protein functionality. *J. Dairy Sci.*, **67**, 2723 (1984)
12. Jelen, P.: Reprocessing of whey and other dairy wastes for use as food ingredients. *Food Technol.*, **37**(2), 81 (1983)
13. Delaney, R.A.M.: Composition, properties and uses of whey protein concentrates. *J. Soc. Dairy Technol.*, **29** (4), 91 (1976)
14. Sienkiewicz, T. and Riedel, C.L.: Whey and whey utilization. Verlag Th. Mann. Gelsenkirchen-Buer, p.164 (1990)
15. 이형주: 식품산업에서 whey의 이용. *한국식품산업*, **5**, 106 (1988)
16. 박형미, 홍윤호, 오승호: 유청음료의 개발에 관한 연구. *한국낙농학회지*, **10**, 92 (1988)
17. 기해진, 홍윤호: 인삼 유청음료의 제조 및 관능적 특성. *한국영양식품학회지*, **22**, 202 (1993)

18. 보건사회부 : 식품공전. 한국식품공업협회, 서울, p.81 (1990)
19. Association of Official Analytical Chemists: Official methods of analysis. 15th ed., Washington, D.C. (1990)
20. Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.T.: Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 (1951)
21. 주현규, 조황연, 박충균, 차규성, 채수규, 마상조 : 식품 분석법. 유림문화사, 서울, p.223 (1989)
22. Olano, A., Calvo, M.M. and Reglero, G.: Analysis of free carbohydrates in milk using micropacked columns. *Chromatographia*, 21, 538 (1986)
23. Hardam, J.F.: The determination of total and reactive sulfhydryl of whey protein concentrates. *Austral. J. Dairy Technol.*, 35, 153 (1981)
24. Morr, C.V., Lee, S.-H. and Ha, E.Y.W.: Structural and functional properties of caseinate and whey protein isolate as affected by temperature and pH. *J. Food Sci.*, 57, 1210 (1992)
25. Patel, M.A. and Kilara, A.: Studies on whey protein concentrates. 2. foaming and emulsifying properties and their relationships with physicochemical properties. *J. Dairy Sci.*, 73, 2731 (1990)
26. Tornberg, E. and Hermansson, A.M.: Functional characterization of protein-stabilized emulsion; effect of processing. *J. Food Sci.*, 42, 468 (1977)
27. Phillips, L.G., Haque, Z. and Kinsella, J.E.: A method for the measurement of foam formation and stability. *J. Food Sci.*, 52, 1074 (1987)
28. Mair-Waldburg, H. and Luebenau-Nestle, R.: DLG-Dauermilchpruefungen 1975-1984. *Deutsche Molkerei Ztg.*, 197, 446 (1986)
29. Evans, M.T.A. and Gordon, J.F.: *Whey protein*. S. In Applied Protein Chemistry. Grant, R.A.(ed.), Applied Sci. Publisher Ltd., London, p.31 (1980)
30. Rueckemann, H.H.: Ueber die Qualitaet von Trockenmolke. *Landwirtschaftl. Forschung*, 2. Sonderheft 28, 64 (1973)
31. Glas, C.: Production and application of whey based milk replacers in western Europe. *Bulletin of the IDF*, 212, 125 (1987)
32. Nienhaus, A.: Marketentwicklung in Lebensmittelbereich, Chancen fuer die Milchwirtschaft. *Deutsche Molkerei Ztg.*, 105, 1473 (1984)
33. De Wit, J.N.: Functional properties of whey protein. In *Developments in dairy chemistry-4*. Fox, P.F.(ed.), Elsevier Applied Sci., New York, p.258 (1989)
34. Mangino, M.E.: Properties of whey protein concentrates. In *whey and lactose processing* (ed. Zadow, J.G.), Elsevier Applied Sci., London and New York, p.231 (1992)
35. Kinsella, J.E.: Milk Proteins: Physicochemical and functional properties. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 21, 197 (1984)

(1994년 8월 23일 접수)