

무역자유화 시대에 따른 유가공 제품의 다양화 방향

양진오·전호남
매일유업(주) 중앙연구소

The Diversification of Dairy Products in the Era of Trade Liberalization

J. O. Yang and H. N. Chun
R&D Center, Maeil Dairy Industry Co., Ltd

ABSTRACT

The liberalization of imports under the system of World Trade Organization (WTO) will provide a serious impact on Korean dairy industry when foreign competitive dairy products are introduced from any countries in the world. With the importation of dairy products, Korean dairy industry may bring about the limitation of raw milk production, decline of the working ration in facilities and loss of diversification of dairy products. Therefore, Korean dairy industry should prepare high quality dairy products to secure international competitions against the opening of importation. In conclusion, development of high quality and functional dairy products that are satisfied to consumers are the most important subjects to overcome the adverse circumstance as WTO. This report reviews the direction of the diversification of dairy products in the Era of trade liberalization.

(Keywords : Trade liberalization, Dairy products, WTO)

I. 무역자유화 시대에 따른 국내 유업계의 영향

1. DDA (Doha Development Agenda) 협상

1995년 WTO 체제 하에서 진행되고 있는 다자간무역협상은 시장개방을 확대하고 자유로운 무역을 위한 규범을 확립함으로써 국제무역과 세계경제 성장에 기여하고 있다. 그러나 WTO 회원국들은 UR 협상을 타결하면서 농산물과 서비스 분야의 시장개방 내용이 미흡하다고 판단하여 2000년부터 추가 협상을 시작하였다. 그러나 합의결과를 이행하는 과정에서 많은 문

제점들이 나타나고 있기 때문에 세계화에 따른 무역환경의 변화를 반영하기 위하여 새로운 무역규범이 필요하다고 판단하여 2001년 11월 카타르 수도 도하에서 제 4차 각료회의의 결과, DDA 협상의 출범을 선언하는 각료 선언문을 채택하였다. 이러한 각료선언문의 채택으로 DDA의 농업협상일정은 우선 2003년 3월까지 관세 및 보조금 감축에 관한 세부 원칙에 관한 협상을 진행하게 되었으며 이에 따라 2003년 9월까지 각국은 이행계획서를 제출하며, 이를 근거로 하여 2005년 1월까지 최종 협상타결에 이른다는 목표를 설정하고 있다. 현재 DDA 협상은 2003년 3월 농업협상 세부 원칙 합의 실패와 9월 멕시코 칸쿤에서 제 5차 각료회의를 개최하여 협상의 진행상황을 중간 점검하고, 필요한 사항에 대한 결정을 내릴 예정이었으나 EU와 개발도상국간에 농업보조금 철폐와 비농산물 관세인하

Corresponding author : J. O. Yang, R&D Center, Maeil Dairy Industry Co., Ltd, Pyungtaek 459-861, Korea.

에 따른 의견 차이가 좁혀지지 않아 협상이 결렬되고 말았다.

2. 국내 유가공업계의 영향

현재 연간 원유 생산량이 250만 톤을 상회하지만 수입량도 65만 톤에 달하는 수입국으로 DDA협상에 의해 확고한 방어조치가 없는 가운데 유제품 수입을 자유화하였기에 이와 같은 현실을 인정하고 해결방안을 모색할 수밖에 없다. 우리나라가 UR 협상에서 약속한 시장개방 계획에 따르면 품목간의 관세율 인하 격차가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 표 1과 같이 축산부분의 경우 한우시장이 2001년에 완전히 개방되어 급격한 생산위축이 발생하였으나 젓소의 경우 유제품의 관세율이 상대적으로 높게 유지되고 음용우유의 특성상 시유수입이 어려워 사육규모에 큰 영향을 받지 않은 것으로 나타났다. 치즈의 경우, 1995년부터 관세율 40%의 시장접근을 허용함에 따라 WTO 출범 이전인 1994년 3,122톤에 불과했던 수입량이 2001년에는 34,457톤으로 약 11배의 증가량을 기록했다. 탈지분유의 경우는 220%의 고관세율을 부과하여 1994년

10,254톤이었던 수입량이 2001년에는 오히려 5,156톤으로 감소한 반면, 관세율이 37.2%로 낮은 혼합분유의 수입량은 2001년 18,194톤으로 증가하여 관세율이 높은 탈지분유의 수입수요를 대체하는 현상을 보였다. DDA 농업협상에서 논의되고 있는 관세율 감축방안이 어떠한 방식으로 결정되든지 2005년부터 적용이 시작되면 우리 유가공업계와 낙농업계는 심각한 타격을 받을 가능성이 높다. 결국 수입자유화 조치는 국내산 원유 생산의 제한과 유가공 시설의 가동률 저하, 그리고 제조품목의 다양성을 잃게 됨으로서 시장지배력의 약화를 초래할 수 있고, 국내가격보다 저렴한 외국의 유제품을 사용한다는 것은 단기적 측면에서는 관련기업의 수익 증대에 긍정적인 영향을 주지만 장기적으로는 국제가격의 변동과 국내에 다국적 유가공 기업의 진출로 인해 국내 유가공업계와 관련산업에 매우 부정적인 영향을 주게 된다. 반면에 국내 소비자의 측면에서는 다양한 외국 유제품을 접하게 되며, 관세율 인하에 따른 적정한 가격수준의 유제품 소비가 가능하게 된다는 이점도 있다.

3. 유제품 경쟁력 강화 방안

표 1. 유제품 수입 및 축산농가 사육가구 및 사육두수의 변화

연도	수입 (MT)			사육가구(호)		사육두수(마리)	
	치즈	탈지분유	혼합분유	한우	젓소	한우	젓소
2002	31,942	4,160	21,655	224,000	12,469	1,448,000	543,587
2001	34,457	5,156	18,194	235,415	12,827	1,405,849	548,176
2000	30,640	3,007	24,573	289,714	13,348	1,590,020	543,708
1999	21,284	3,277	21,795	350,222	14,392	1,951,989	534,506
1998	13,263	2,648	12,285	427,005	15,671	2,383,133	538,913
1997	19,198	1,927	23,552	464,785	17,419	2,735,432	544,417
1996	15,023	1,397	32,242	513,319	21,129	2,843,535	551,493
1995	11,073	7,044	28,007	518,952	23,519	2,594,027	553,467
1994	3,122	10,254	15,560	540,404	25,667	2,392,560	552,139
1993	266	12,660	3,217	569,957	28,219	2,260,472	553,343
1992	200	7,950		585,172	27,965	2,018,954	508,241
1991	121	12,946		600,779	30,150	1,772,957	495,772
1990	123	595		620,266	33,277	1,621,654	503,947

자료: 농림업통계연보, 한국무역통계 (2002년 한우통계는 02'8월 기준).

그리고 낙농자조금에 의한 체계적인 소비촉진 활동 전개 등, 식량차원의 적극적인 홍보를 할 때 소비가 확대될 가능성이 있다.

결론적으로 정부는 유제품의 국제경쟁력이 매우 약하기 때문에 농민소득의 보호와 국가적 식량자원 안보차원에서 정책적으로 보호, 육성될 수 있는 장기적이고 계획적인 국가 정책을 수립하고, 유가공업계는 저가의 수입 유제품을 이용한 저급 유가공제품의 생산에서 탈피하여 국산 원유를 이용한 자연치즈, 기능성 발효유, 고품질의 우유 등을 생산할 때 국내 유제품의 국제 경쟁력이 강화될 것으로 예상된다.

고점으로 감소하였다가 집유 일원화 이후 완만하게 증가 추세를 보이고 있고, 사양관리 기술의 발달로 두당 산유량은 증가하고 있다. 연평균 소비 증가율은 1980년대 연평균 14% 이상으로 급성장하였으나 1990~2000년까지는 연평균 3.2%로 증가율이 크게 둔화되었다. 우유의 1인당 소비량은 1990년 42.8 kg이었으나 2002년 63.9kg으로 증가하였다. 2002년도 원유생산량은 전년 대비 8.5% 증가한 반면, 소비는 1.5% 증가에 그쳐 연말 분유재고가 전년의 230% 수준인 16,000톤에 이르러 원유과잉 생산과 소비부진으로 유가공업계가 이 부담을 지고 있는 실정이다.

II. 국내 유가공업계의 현황

1. 젖소 사육 및 산유량 현황

낙농산업은 1970년대 이후 국민소득 수준의 향상, 정책지원의 강화, 소비의 증가에 힘입어 1980년대까지 생산, 소비면에서 연평균 25%의 고성장을 하였으나, 1990년대 이후 농산물시장의 개방과 WTO 체제의 출범으로 낙농업은 양적 성장의 둔화를 가져왔다. 사육두수는 지속적으로 증가하여 1995년 553,467두를 최

2. 원유 소비 현황

우리나라 유가공업은 소비 구조상 문제점을 가지고 있다. 2002년 원유 생산량에 약 65.6%가 음용유로 사용되고 나머지 34.4%만이 가공용으로 사용되어 원유 가공률이 70% 수준인 선진국에 비해 상당히 낙후되어 있음을 알 수 있다. 2001~2002년에는 유음료와 기능성 발효유 그리고 치즈 등 유가공품 생산의 확대로 가공률이 높아지는 바람직한 현상을 보였다(표 3).

표 2. 원유 생산 및 소비 추이

연도	사육두수 (두)	착유두수 (두)	산유량 (톤)	두당산유량 (Kg)	남유량 (톤)	총소비량 (톤)	1인당 소비량(Kg)
2002	543,587	302,215	2,537,917	7,017	2,536,648	3,060,258	63.9
2001	548,176	289,093	2,339,792	6,763	2,338,844	3,026,216	64.3
2000	543,708	285,607	2,253,635	6,591	2,252,804	2,806,598	59.2
1999	534,506	305,980	2,246,296	6,135	2,243,941	2,747,453	58.6
1998	538,913	246,920	2,028,374	6,032	2,027,210	2,286,340	49.2
1997	544,417	247,764	1,985,875	5,882	1,984,024	2,439,919	52.1
1996	551,493	252,409	2,036,458	5,959	2,033,738	2,465,363	54.5
1995	553,467	253,492	1,999,747	5,836	1,998,220	2,145,841	47.8
1994	552,139	279,649	1,918,590	5,733	1,917,398	2,078,347	46.8
1993	553,343	274,034	1,858,929	5,668	1,857,873	1,983,673	45.0
1992	508,241	269,121	1,817,422	5,643	1,816,121	1,920,441	44.0
1991	495,772	262,948	1,742,665	5,538	1,740,995	1,869,205	43.2
1990	503,947	272,963	1,754,964	5,372	1,751,758	1,879,044	42.8

자료 : 2003 식품유통연감.

표 3. 원유가공처리 추이

연도	집유량(톤)	음용유용		가공용	
		(톤)	구성비	(톤)	구성비
2002	2,536,648	1,664,329	65.6%	872,319	34.4%
2001	2,338,874	1,729,331	73.9%	609,543	26.1%
2000	2,252,804	1,696,848	75.3%	555,956	24.7%
1999	2,243,941	1,259,635	56.1%	984,306	43.9%
1998	2,027,210	1,293,000	63.8%	734,210	36.2%
1997	1,984,024	1,539,650	77.6%	444,374	22.4%
1996	2,033,738	1,474,119	72.5%	559,619	27.5%
1995	1,998,220	1,490,873	74.6%	507,347	25.4%
1994	1,917,398	1,475,425	76.9%	441,973	23.1%
1993	1,857,873	1,368,233	73.6%	489,640	26.4%
1992	1,816,121	1,356,853	74.7%	459,268	25.3%
1991	1,740,995	1,303,718	74.9%	437,277	25.1%
1990	1,751,758	1,305,825	74.5%	445,933	25.5%

자료 : 농림업통계연보.

3. 유제품 소비현황

현재 국내 유가공 제품의 주종을 이루고 있는 시유는 원유 소비량의 70% 이상을 차지하는 주요 제품으로 시유는 1984년 이래 연평균 8% 이상 소비가 증가하였으나 1990년대에 들어서 경기불황, 소비심리 위축으로 1997년 1인당 37kg을 정점으로 이후에는 감소 내지 정체현상을 나타내어 생산과 소비의 증가율 모두가 크게 둔화되어 가는 경향이다. 최근 고칼슘 우유와 검은콩 우유와 같은 기능성 우유, 그리고 과즙을 함유한 고급 가공유가 소비자에게 좋은 반응을 보이면서 부가가치가 낮은 백색시유에서 부가가치가 높은 가공유로 전환되고 있고 추세이다. 1990년대 후반부터 국민들의 식생활 변화와 건강지향적인 소비 경향으로 농후발효유 시장이 급격히 확대돼 시유 다음으로 거대시장으로 자리잡고 있다. 70~80년대에는 액상 요구르트가 발효유 시장의 대부분을 차지하고 있었으나 '80년대말부터는 소비자들의 식음료 소비 패턴이 바뀌고, 고급화됨에 따라 상당부분 농후 발효유로 소비 패턴이 변화되는 가운데 프로바이오틱 유산균을 이용한

기능성 드링크 요구르트가 과일 위주의 호상 요구르트를 압도하면서 농후발효유 시장을 선도하였고 2000년대에는 포장기술의 향상과 소비계층의 차별화 등으로 튜브타입의 농후발효유도 출시되었다. 발효유의 시장규모는 2001년 9,350억원에서 2002년 9,800억원으로 성장했으며 최근 위·장 건강 발효유가 인기를 끌고 있다. 특히 발효유는 다른 유제품에 비하여 수익성이 높아 업체들의 대거 참여와 다양한 신제품 출시로 인해 향후 시장 전망이 밝은 편이다. 치즈는 타 유제품에 비하여 원유의 소비량이 많은 제품으로 부가가치가 높아 시장 성장 잠재력이 매우 높은 제품이다. '70년대부터 생산되기 시작한 치즈는 매년 소비가 지속적으로 증가하여 소비량이 1984년 295톤에 불과했던 것이 2002년에는 52,000톤에 이르고 있다. 이처럼 치즈소비가 급증하고 있는 것은 외식산업의 성장과 젊은층의 서구화된 식생활 패턴의 변화, 특히 '90년대에 들어 피자 및 햄버거 전문점이 등장하면서 업소용 자연치즈의 소비가 크게 증가했고 국민소득 증가와 어린이들의 기호변화에 따라 가공치즈의 수요도 꾸준히 증가해 왔기 때문이다. 전체 치즈의 소비량은 증가

표 4. 유제품 소비 추이

(단위: 톤)

연도	우 유		발효유	기타 유제품		
	백 색	가 공		치즈	버터	연유
2002	1,362,107	302,222	541,439	52,356	6,569	3,732
2001	1,465,793	263,538	533,985	53,092	5,973	4,135
2000	1,447,376	224,132	526,109	44,189	4,760	4,067
1999	1,145,451	146,941	552,926	24,904	2,201	3,331
1998	1,230,675	170,154	495,273	25,078	3,795	3,429
1997	1,445,434	256,945	654,726	20,556	3,737	3,599
1996	1,316,905	312,926	547,854	13,881	4,324	3,180
1995	1,308,163	248,007	584,441	13,182	2,755	3,791
1994	1,376,868	175,897	524,407	11,938	3,074	3,301
1993	1,286,454	122,930	465,095	9,320	4,067	2,855
1992	1,301,802	107,451	460,284	8,503	3,772	3,069
1991	1,247,674	102,754	402,281	6,712	4,805	3,982
1990	1,241,827	94,240	352,837	4,764	7,254	3,449

자료 : 2003 식품유통연감.

하고 있으나 원료부분에서는 외국산 치즈보다 가격경쟁력이 약해 상당부분 시장을 잠식당하고 있다. 향후 원료부분 이외의 완제품에 있어서도 국내산과 외국산의 품질 및 가격경쟁이 불가피하여 업계에서는 원가 절감, 다양한 신제품 출시를 통해 대외 경쟁력을 강화해야 할 것이다. 버터는 탈지분유 생산시 부산물로 가정에서의 사용량은 한정되어 있으며 호텔 및 외식업체의 수요에 충족하고 있는 실정이다. 연유는 세계적인 추세가 사양화 추세이며 국내 소비 역시 비중이 미미한 편이다.

Ⅲ. 유제품의 다양화

1. 우유제품의 개발 방향

1) 국내 시유 소비 동향

국내 우유의 생산과 소비는 지난 30여년간 꾸준히 증가 추세를 보이고 있다. 특히 소비에 있어서는 유가공기술의 향상과 소비자의 수요에 따라 초기에는 백색시유로만 출발하여 이제는 가공, 강화, 기능성 우유

등을 생산하게 되었다. '90년대초 원유의 가공률은 25%선으로 시유용이 전체의 75%를 차지했고 우유 소비량이 감소세를 보인 '98년, '99년을 제외하고는 비슷한 가공률을 유지하여 선진 낙농국가의 평균 원유가공률 70%에 비하면 낙후된 수준이다(표 3, 4). 백색우유와 가공유의 소비량 비율은 '90년대 초 92:8 수준에서 시유에 식상한 소비자 입맛을 잡기 위해 맛과 기능을 살린 가공유 생산량이 증가하면서 지난해에는 82:12 수준으로 가공유의 소비량이 증가하고 있는 추세이다. 이는 가공시유 부분에서 단순한 향이 아닌 과즙을 첨가한 가공유 등 꾸준한 신제품 출시와 과거 영양섭취를 위해 음용했던 것과는 달리 최근에는 맛이 있고, 섭취가 간편하며 건강에도 도움되는 우유제품으로 소비자의 취향 변화 등이 가공시유 소비의 증가 원인으로 보인다. 우유제품은 소비자 기호가 고급화, 다양화되고 있는 추세에 따라 단순한 살균포장에서 진일보하여 이제는 연령별대, 기호별, 살균방식별, 기능성별, 포장용기별로 차별화된 제품을 출시하고 있다(표 5).

표 5. 국내 우유제품 분류별 시장 현황

분 류		제 품 특 징
기능성별	칼슘 강화 우유	칼슘성분 우유 1.5~2배 강화
	다이어트용/미용 우유	저지방, 저칼로리, 비타민 C,E, 체지방분해 물질 함유
	유산균 첨가 우유	비피더스, 에시도필러스균 강화, 정장작용
	성장 우유	CGF, 칼슘, 비타민 D, 성장촉진물질 첨가
	DHA/CLA 우유	두뇌 발달과 관련된 DHA, 아연 함유 심장질환 예방에 도움이 되는 CLA 함유
	유당분해 우유	유당분해효소 사용, 우유 소화 용이
연령별	유아 전용 우유	연령별로 면역소재, 비타민, 미네랄 성분 강화
	어린이 전용 우유	
기호별	과즙 첨가/겉은콩 우유	기호에 맞는 과즙 첨가
	고지방 우유	유지방 증가로 고소한 풍미
살균방식별	저온장시간 살균우유	LTLT 방식 (63~65℃, 30분)
	고온단시간 살균우유	HTST 방식 (72~75℃, 15~20초)
	초고온순간 처리우유	UHT 방식 (130~150℃, 0.5~5초)
포장용기별	멸균 우유	멸균포장용기에 의한 상온유통
	살균 우유	카톤팩에 의한 냉장유통
	플라스틱병 우유	포장용기의 차별화, 대형화 및 냉장유통

표 6. 우유 가공기술

	적 용 기 술	특 징
ESL 우유	- ESL system	- 미생물제어 기술에 의한 신선도 유지 - 유제품의 유통기한 연장 - 고품질의 우유
탈산소 우유	- 질소치환 및 용존 산소 제거기술	- 우유내 용존산소 제거로 인한 가열취 감소 - 우유의 고유한 풍미 유지 - 고품질의 우유
탈유당 우유	- Column chromatography 분리 기술	- 우유와 유사한 풍미(유당분해효소의 단점 해결) - 유당소화장애 소비층을 위한 기능성 우유
기능성 물질 함유 우유	- 사양관리 및 BT 기술	- 우유 자체 내에 기능성 성분이 함유 DHA, CLA, Selenium etc
면역 우유	- 사양관리 및 면역학 기술	- 항병원성, 바이러스성 항체 함유
캡슐 우유	- Microcapsule 기술	- 유당분해 우유 (풍미 단점 보완) - 유산균 첨가 우유 (생존성 단점 보완) - NDS을 응용한 기능성 우유 (비타민, 미네랄 흡수율 개선)
저콜레스테롤 우유 ⁶⁾	- 우유 콜레스테롤 제거 기술	- β-cyclodextrin에 의한 콜레스테롤 제거 우유 - 우유 풍미 유지 - 다이어트용 우유

2) 우유 가공기술 및 제품개발

국내 시장에 주류를 이루는 백색시유는 특별한 처리 기술이 없고 업체간에 가격도 크지 않아 품질보다는 제조사의 지명도와 브랜드 인지도에 의해 제품선택이 좌우된다고 한다. 최근 선진 낙농국가에서는 고품질 우유를 생산하기 위해 우유의 가치성을 과학적으로 규명하고 생산공정을 개발하여 상품가치를 높이고 있다. 따라서 유제품의 수입개방으로 인한 우유제품 경쟁력 강화를 위해 단순가공에 의한 우유 생산에서 탈피하여 우유의 기능성과 가치성을 부여한 가공기술의 개발에 노력해야 할 것이다.

표 6에서 보는 바와 같이 우유의 상품성을 높이기 위해 유가공기술, BT 기술 그리고 면역 기술 등을 응용하여 성공하였거나 연구가 진행되고 있는 사례이다.

ESL 기술은 냉장유통 제품을 전통적인 살균법에 의한 제품보다 유통기한을 연장하는 가공기술을 의미하며 ESL 우유는 동일한 열처리 조건으로 살균과정을 거친 것까지는 일반 우유 처리법과 동일하지만, 세균수를 줄이고 충전처리 과정에서 발생할지 모르는 2차 오염원을 최소화하였다는 점에서 차이가 있다. ESL 우유를 생산하기 위해서는 우유의 생산설비 공간을 구획 및 청결구역으로 구분하여 관리하고, 전처리 설비에 대한 위생적 관리와 살균기 이후의 살균라인 등 우유 충전기를 무균화시킴으로서 일반우유에 비하여 냉장 및 실온에서 신선도를 오랫동안 유지할 수 있는 것이다. ESL 기술은 미국, 캐나다, 일본, 핀란드 등에서 이 기술을 적용하여 사용하고 있으며 한국에서는 매일유업이 처음으로 2001년 9월부터 ESL 우유를 생산하고 있다. 탈산소 우유⁴⁾는 목장의 신선한 생유의 맛 그대로를 소비자에게 제공하기 위해 맛 변질의 원인이 되는 우유 중에 용존산소를 제거하여 가열시 변질될 수 있는 유단백질 및 유지방의 산화를 미리 방지하여 이취를 억제하는 것이다. 우유내 존재하는 용존산소가 β-lactoglobulin, cysteine과 가열 살균시 급속한 산화반응을 통하여 황화합물인 dimethyl sulfide, dimethyl disulfide를 생성하는데 이러한 향기성분은 관능적으로 우유의 품질에 좋지 않은 영향을 미친다. 그러므로 우유 내에 용존산소를 질소가스로 치환하면서 살균시 산화반응을 억제시켜 황화합물의 생성을 감소시켜 우유의 고유한 풍미를 유지시킬 수 있는 것이다. 일본 메이지유업에서 2002년 초 전국적으로 시판한 おいしい牛乳는 충전 우유의 개념은 건강 측면, 영양

학적 측면으로 접근을 많이 했는데 이 제품은 우유에 맛의 개념을 도입하여 급격한 매출 증가를 보이고 있다. 유당제거 우유는 유당분해 효소를 이용한 유당 가수분해 우유의 단점을 극복하기 위해서 크로마토그래피 분리기술로 유당만을 제거하고 맛은 우유와 같도록 하여 핀란드, 스웨덴에서 생산하고 있다. 또한 BT 기술을 활용하거나 사양관리 기술을 발전시켜 우유내 기능성 물질들이 일반우유에 비해 많이 함유되어 소비자의 건강증진 효과에 기여하는 우유들과 특정 병원균을 악독화한 백신을 투여하여 그 항원에 대한 항체가 생성될 수 있도록 면역성분을 강화한 면역 우유⁵⁾ 연구되어 제품으로 실용화되고 있는 단계이다. 이러한 기능성 우유들을 원료로 치즈를 제조시 기능성 물질이 다량 함유된 기능성 치즈를 개발할 수도 있을 것으로 예상된다. 최근 이용성 증진을 위해 미세캡슐화 기술을 다양한 용도로 유제품에 응용하고 있으며 우유의 기능적 결점을 보완하기 위해 유당분해 효소로 인한 풍미저하, 미네랄, 비타민 흡수율, 유산균의 생존성 등을 개선하는데 활용되고 있다. 이러한 가공기술의 활용으로 다양한 기능성 우유제품이 개발되어 우유소비 증진에 기여할 것으로 기대된다.

2. 발효유 제품의 개발 방향

1) 국내 발효유 소비 동향

국내 발효유 시장은 '84년 이래로 연평균 11%의 성장을 한 것으로 나타나며, 지난 10년간에 연평균 6.7%의 지속적인 성장을 보여 식품분야 중 유망한 품목으로 자리잡고 있다. 표 4에서 보는 바와 같이 발효유시장은 '90년 35.2만톤의 소비량에서 '97년 65.5톤까지 급성장을 계속해 왔으며 IMF로 인해 소비 감소가 이어졌으나 2000년부터 장·위 건강을 위한 기능성 발효유의 판매증대로 인해 다시 회복하는 단계이다. 관련업계에 따르면 지난 2002년 발효유시장은 2001년 대비 4.8% 성장한 9,770억원대를 형성하였으며 올 2003년말까지 전년 대비 2.4% 성장한 1조원 이상의 시장을 형성할 것으로 전망한다. 표 7과 같이 2002년 실적을 타입별로 보면 드링크 요구르트가 10.7% 신장하여 성장을 주도했고, 액상 요구르트는 0.9%로 소폭 성장하였고, 호상 요구르트는 0.7% 성장을 했다. 2000~2002년간 타입별 점유율은 액상이 38.0%에서 36.6%

표 7. 형태별 발효유 시장규모

(단위: 억원, %)

구분	2000년			2001년			2002년			
	매출액	신장율	점유비	매출액	신장율	점유비	매출액	신장율	점유비	
발효유	액상	3,590	2.8	43.1	3,540	-1.4	38.0	3,572	0.9	36.6
	호상	1,720	12.2	20.7	1,780	3.5	19.1	1,768	-0.7	18.1
	드링크	3,010	12.9	36.2	4,000	32.9	42.9	4,430	10.7	45.3
	합계	8,320	8.1	100	9,320	12.0	100	9,770	4.8	100

자료: 월간식품세계(관련업체 추정치/출고가 기준).

로, 호상이 19.1%에서 18.1%로 줄어든 반면 드링크는 42.9%에서 45.3%로 증가하여 기능성 드링크 요구르트의 점유율이 증가하는 추세이다.

2) 발효유 생산기술 및 제품개발

유산균은 종래 단순히 우유를 발효시켜 요구르트, 치즈 등의 발효유 제품을 생산하는 원료 미생물의 개

표 8. 상업용 Probiotic 종균 및 Probiotics의 효과와 향후 연구방향^{8~16)}

Species	Strains
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	LA-1, LA-5, La1, NCFM, DDS-1, STB-2062, NCFB-1748
<i>L. bulgaricus</i>	Lb12, 1268, 2038
<i>L. lactis</i>	L1A
<i>L. plantarum</i>	299v, Lp01
<i>L. rhamnosus</i>	GG(ATCC 53103), GR-1, 271, LB21, LC-705, VIT E-97800
<i>L. reuteri</i>	MM53
<i>L. casei</i>	Shirota, Immuitass, 744, 01
<i>L. paracasei</i>	CRL 431
<i>L. fermentum</i>	RC-14
<i>L. helveticus</i>	B02
<i>Bifidobacterium longum</i>	BB536, STB-2928
<i>B. breve</i>	Yakult
<i>B. lactis</i>	Bb-12, HN019
<i>Enterococcus faecium</i>	SF68
프로바이오틱 효과	
유당 소화불내증 완화, 정장작용, 변비개선 효과, 유해세균 억제, 면역 증진, 설사 예방 및 개선, 혈중 콜레스테롤 저하작용, 종양 억제효과 등	
프로바이오틱스 연구방향	
충치억제효과, <i>H. pylori</i> 억제효과, Allergy 및 Atopy 예방 및 개선 효과, 혈압 상승 억제 효과, 질염 예방 및 치료 효과, 류마티스 개선 효과	

념에서 인체에 유용한 작용을 하는 유익균으로 발효 유 산업에 중요한 위치에 있으며 프로바이오틱스(Probiotics)란 개념으로 식품산업계에서 각광을 받고 있다. 프로바이오틱스란 섭취시 숙주에 유용한 작용을 하는 살아있는 미생물을 총칭하는 것으로 프로바이오틱스로 분류되는 미생물의 상당수가 *Bifidobacteria*, *Lactobacilli*와 같은 유산균으로 구성되어 있다. 유산균의 인체 유용효과가 과거에 체험적으로 얻어진 경험에서 과학이 발달하면서 그 효과와 기작이 밝혀지고 있기 때문에 앞으로 발효유 제품은 품질 개선 및 향상뿐만 아니라 건강 기능성의 향상에 초점이 맞추어질 것으로 전망된다. 노령인구의 증가, 각종 외부환경의 변화로 인한 스트레스와 면역력 약화로 건강에 대한 관심과 요구는 계속 증대될 것으로 예상되므로 프로바이오틱스의 연구는 발효유 제품의 소비증대 및 외국 발효유제품과 경쟁력을 갖기 위해서 꾸준히 진행되어야 할 것이다. 표 8은 전세계적으로 사용되고 있는 Probiotics와 과학적으로 증명된 인체유용효과, 그리고 향후 진행방향에 대해 언급하였다.

또한 10여년간 변화되지 않았던 포장용기와 단순한 형태의 발효유 제품에서 탈피하여 물성, 형태 그리고 용기가 차별화가 된 다양한 제품을 소비자에게 선보일 수 있도록 기술개발과 설비투자에 관심을 보여야 할 시점이다. 또한 호상 요구르트는 저가의 기호성 식

품이고 드링크 요구르트는 고가의 기능성 식품이라는 소비자의 인식을 전환시키기 위해 상품력이 있는 호상 요구르트 개발에 관심을 가져야 할 것이다.

3. 치즈제품의 개발 방향

1) 국내 치즈 소비량 동향

'70년대부터 생산되기 시작한 치즈는 매년 소비가 지속적으로 증가하여 소비량이 1984년 295톤에 불과했던 것이 2002년에는 5,200여톤에 이르고 있다(표 10). 이처럼 치즈소비가 급증하고 있는 것은 외식산업의 성장과 젊은층의 서구화된 식생활 패턴의 변화, 그리고 어린이들의 기호변화에 따라 가정용 수요도 꾸준히 증가해 왔으며 '95년 치즈의 수입개발에 따라 외국산 치즈와의 경쟁력 제고를 위해 다양한 신제품이 출시되고 있다. 전체 치즈의 소비량은 증가하고 있으나 원료부분에서는 높은 원유가에 의해 가격경쟁력이 떨어지고 또한 소비 기반이 너무나 약하기 때문에 외국산 치즈보다 상당부분 시장을 잠식당하고 있는 있다. 이에 따라 낙농진흥회가 연간 4만톤 규모의 국내 치즈소비 시장의 80%를 차지하고 있는 수입치즈와 경쟁을 위해 최근 국산치즈 생산업체에 kg당 600원 수준인 원유가격을 대폭 낮춰 kg당 250원에 공급하고 있으며 2001년 국내 자연치즈 생산량은 약 8,235톤으

표 9. 발효유 형태별 제품개발 방향

형 태	개발분야	개발 방향
호상 요구르트	중균연구	- 부드럽고 장기저장이 가능한 요구르트 제조를 위한 천연 <i>Lacminus</i> 변이주 개발하여 후산발효 억제
		- Slime 생성 균주개발에 의한 부드러운 요구르트 제조 저지방, 무안정제 요구르트
	생산기술	- Whipping M/C 이용한 휘핑 요구르트 제조
		- 충전기의 Pre, post Filler를 활용한 FOB, Topping type 요구르트 제조
포장용기	- 전통 Set type 요구르트 제조	
	포장용기	- 용기의 대형화 및 차별화 (원형, 사각 용기 150g, 300g, 500g)
드링크 요구르트	중균연구	- Probiotics 기능 연구 및 임상효과 입증
액상 요구르트	생산기술	- 장기배양을 통한 bioactive peptide 함유 요구르트 제조 ACE 저해물질이 함유된 혈압상승 억제 발효유
	포장용기	- 용기의 대형화 (500g)

표 10. 국내 치즈 생산/소비 및 수출입 실적

(단위 : 톤)

연도	생 산		수 입	소 비		수 출
	자연치즈	가공치즈		자연치즈	가공치즈	
2002	9,508	11,198	31,942	29,978	22,378	545
2001	8,235	11,825	34,457	28,119	24,973	705
2000	4,107	10,873	30,640	22,198	21,991	707
1999	5,194	8,824	21,284	18,745	15,330	56.3
1998	3,468	6,680	13,263	16,313	8,591	
1997	17,156	3,332	19,198	16,999	3,737	92.0
1996	14,386	6,457	15,023	14,094	6,462	148.0
1995	6,716	5,340	11,073	8,805	5,076	84.4
1994	7,752	4,916	3,122	8,262	4,920	1.5
1993	8,295	3,862	266	8,049	3,889	1.9
1992	5,507	3,668	200	5,680	3,640	
1991	3,724	4,812	121	3,713	4,790	
1990	3,315	3,500	123	3,204	3,509	18.3
1989	2,351	2,417	131	2,446	2,318	
1988	3,067	2,491	124	2,624	2,443	
1987	1,314	978		1,124	963	

자료 : 농림부 축산경영과, 한국무역통계.

로 2000년 4,107톤에 비해 2배 증가했으나 원유 처리량은 1일 110톤에 불과한 실정이다. 치즈는 자연치즈와 가공치즈로 구분되고 국내에서 소비량이 많은 종류는 흔히 피자치즈라고 부르는 모자렐라 치즈와 다른 자연치즈를 혼합하여 만든 가공치즈이다. 중소 수입업체의 난립으로 가격경쟁이 심화되어온 업소용 피자치즈는 시장규모와 성장 가능성이 높아 주요 메이저업체들이 이 분야에 속속 뛰어 들어 제품개발 및 판촉에 주력을 하고 있다. 가공치즈의 경우 기능성 소재를 강화하여 어린이용 치즈의 새로운 시장을 형성하였고 현재 칼슘강화 치즈가 주종을 이루고 있다.

치즈시장은 고부가가치, 고기능성의 차별화된 제품들이 수요를 확대하는 가운데 피자치즈, 슬라이스치즈에 이어 크립치즈 등 새로운 제품이 시장을 개척하고 있으며 국내 소비자들은 치즈의 강한 향에 익숙하지 않고 경성 치즈보다는 연성치즈인 Camembert, Brie,

Feta cheese를 선호하는 것으로 보인다. 국내에서 모자렐라 치즈를 제외하면 자연치즈의 생산량은 매우 미미하였으나 매일뉴질랜드 치즈가 연간 6만톤 규모의 생산규모의 능력을 갖춘 전문공장을 고창지역에 완공하여 Camembert cheese를 위주로 2003년 12월 본격적으로 국내에 선보일 계획이다. 이와 함께 디엠푸드, Kraft 등 외국브랜드들도 다양한 패턴의 제품을 수입, 출시하는 등 국내시장 공략을 위한 마케팅을 기획하고 있는 중이다.

세계 각국의 우수한 전통식품인 치즈를 우리나라 식탁에 도입하기 위해서는 상당한 노력과 시간이 필요할 것으로 보인다. 우리 실정에 어떤 형태의 치즈를 먼저 도입하는가에 대한 문제에서 소비자의 치즈에 대한 개념과 인식이 중요하다. 일반적으로 숙성치즈는 대부분 강력한 맛과 향을 내므로 동양인의 기호성에 적합하지 않으나 자연치즈를 주원료로 하여 유지방

표 11. 업체별 주요 치즈제품 생산현황

업체명	HACCP 지정현황	제품 종류
서울우유	자연치즈, 가공치즈	양광치즈, 칼슘왕 치즈, 푸르네치즈, 체다슬라이스치즈, 피자치즈, 슈레드피자치즈, 셀러드피자, 크럼치즈
매일뉴질랜드치즈	자연치즈, 가공치즈	치즈피아슬라이스치즈, 치즈피아 빵로 가는 칼슘치즈, 피자토스트치즈, 우리아이컷치즈, 우리아이 성장치즈, 골드슈레드 피자치즈, 스모크햄치즈, 라이트치즈, 카멜베어 치즈
남양유업	자연치즈, 가공치즈	로젠하임치즈, 우리가족칼슘사랑, 아인슈타인 IQ 치즈, 로젠하임피자치즈, 로젠하임 토스트용 치즈
해태유업	가공치즈	슬라이스치즈, 뼈가 좋아하는 고칼슘치즈, 핫치즈, 이태리안 피자치즈 쉬레드, 유아용 치즈 누누, 어린이치즈 누누
삼양식품		대관령 체다슬라이스, 대관령 베이커리치즈, 대관령피자치즈
임실치즈		임실피자치즈, 슬라이스치즈, 포션치즈

표 12. 경제적인 치즈생산 공법¹⁷⁻¹⁹⁾

생산공법	공정	특징	용도
Paracurd SH-13 process	- Cheese milk를 1/3배 농축 - 저온(4℃)에서 rennet과 반응 - 3배수의 온수(50℃)와 순간반응 - Curd 형성	- 신속한 생산 (성형까지 40~55분 소요) - 단단한 curd 형성과 숙성 용이 - 유청내 지방 손실 감소로 인한 5~12% 수율 증가 - 경질/연질 치즈에 대해 같은 응고 기작으로 1기계로 2종류 치즈 제조	- 압착경질용 치즈 제조시 - Camembert 치즈 제조시
MMV process	- 한외여과 장치로 고농도 유단백 retentate 제조 - Rennet 첨가에 의한 응고 - Curd 형성	- 유청단백질함유 retentate에 의해 12~15% 수율 증가 - Rennet 첨가량 80~85% 감소 - Vat 없이 연속적 생산 가능 - 중량이 균일함	- Camembert 치즈 제조시
Centri-whey process	- Quark 부산물인 whey를 95℃, 20분간 열처리 - Separator에 의한 변성된 유청단백질 분리 - Cheese milk에 혼합하여 사용	- 유청단백질 회수로 인한 치즈수율 10~14% 증가	- Quark cheese 제조시 - Saint-paulin, Camembert 치즈 제조시
Cheese whey treatment	- 한외여과 장치로 치즈유청 농축	- β lactoglobulin, α-lactoalbumin, lactoferrin, WPC 제조	- 치즈 유청의 활용성 증대

등을 첨가한 다음 가열에 의해 맛이 개선되고 향의 일부가 휘발하여 온화한 풍미를 나타내는 가공치즈의 도입과 연성치즈인 Camembert, Brie, Feta cheese 그리

고 용도가 다양한 Cream cheese 등이 먼저 도입되는 것이 바람직하다. 문화적 특수성을 고려한다면 전통적으로 김치, 된장 등 발효식품에 대한 미각이 발달되어

있는 우리 소비자들에게 치즈는 유가공분야에서 가장 잠재력이 높은 식품으로 꼽히고 있다.

2) 치즈 생산기술 및 제품개발

치즈 산업의 발전을 위해서는 끊임없는 신제품 개발과 새로운 공정개발로 인한 생산비 절감 및 수출 증대가 매우 중요하므로 표 12와 같이 유럽에서는 부단한 기술개발을 통하여 치즈산업을 발전시키고 있다. 높은 원유가격으로 치즈가격 경쟁력이 떨어지므로 생산공정에 의한 생산비 절감과 수출증대는 우리의 현실에서 반드시 해결하고 나아가야 할 중요한 과제이다. 자동화를 통한 시설비와 노동력 감소로 인한 생산비 절감효과와 공정개발을 통한 수출증가 방법 그리고 치즈 생산의 부산물인 유청의 활용방법 등으로 치즈 생산비용을 낮추게 되면 고질적인 원유수급의 불안정을 해결하고 외국제품과도 경쟁을 할 수 있을 것이다.

표 13과 같이 치즈개발의 다양화를 위해서는 우선 품종과 숙성도가 다른 치즈를 배합하여 새로운 풍미와 균일한 품질, 그리고 모양과 무게를 자유로이 할 수 있는 가공치즈에 기능성을 부여한 제품의 개발이

필요하다. 앞으로는 기능성 치즈와 영·유아용 치즈제품을 중심으로 가공치즈시장이 확대될 것으로 예상하고 있다. 자연치즈의 소비량 확대를 위해 증진의 와인샵, 레스토랑, 호텔 중심의 판매에서 식자재 전문업체를 통한 식품원료로써 새로운 시장개척과 소비자에게 치즈의 영양학적, 기능적 가치를 널리 홍보하여 국내에 치즈문화를 정착시킬 수 있도록 모든 유업체들이 앞장 서야 할 것으로 생각된다. 또한 유럽과 같이 지역에 따라 다양한 치즈의 종류가 생산되듯이 국내 낙농가에서도 자연치즈 생산기술을 도입하여 지역특산물로서 활성화된다면 치즈산업 발전에 도움이 될 것으로 본다. Enzyme Modified Cheese(EMC)의 연구²¹⁾을 통하여 숙성기간을 단축하고 유용한 효소를 선정하여 특이적 반응 풍미를 선택할 수 있어 가공치즈 및 식품의 풍미강화 원료로써 식자재 시장을 개척할 수 있을 것으로 기대된다(그림 1). Quark은 소프트 치즈의 일종이다. 산이나 rennet으로 우유단백질인 케이신을 침전시킨 후, 원심분리기로 whey를 분리시켜 만든다. 일반적인 치즈와는 달리 숙성과정을 거치지 않는다. Quark은 상당한 양의 필수아미노산을 함유하고 있고 영양학적으로 양질의 단백질, 칼슘, 인 등을 많이 함유하고

표 13. 치즈제품 개발의 다양화

치즈 유형	개발 방향	기술 과제
Processed cheese	<ul style="list-style-type: none"> - Fruit/Vegetable/Cereal/Spice cheese - Spread cheese, Cheese sauce - 건강기능성 치즈 개발 - 전통적 가공치즈 개발 - 고추장 치즈/김치 치즈 	<ul style="list-style-type: none"> - 유화기술 - 가공치즈의 미생물적 안정성 - 가공치즈의 카제인 조성의 변화 - 맛과 기능성, 가공기술, 저장 기간 등을 향상시키는 기술
Natural cheese	<ul style="list-style-type: none"> - 한국형 피자치즈 개발 - 낙농가에서 자연치즈 개발 - 저콜레스테롤 자연치즈 개발²⁰⁾ - 단기숙성 자연치즈개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 저지방체다 치즈 풍미 개선 기술 - 자연치즈의 풍미 개선 기술 - 풍미증진 NSLAB 및 효소 개발 기술 - 풍미 증진 효소를 이용한 치즈 숙성기간 단축 기술 - 원료유내 콜레스테롤 제거 기술
Enzyme Modified Cheese	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 가공치즈의 개발목적 - 모조치즈, 치즈스프레드, 치즈소스, 치즈칩 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 치즈의 쓴맛 펩타이드저감기술 - 풍미증진 효소 개발
Quark	<ul style="list-style-type: none"> - 과일함유 Quark 디저트 - 고단백 식품의 원료 	<ul style="list-style-type: none"> - 수출증대를 위한 유청처리 기술 - Quark 원료 가공기술
Probiotic cheese	<ul style="list-style-type: none"> - Probiotic 유산균 함유 자연치즈 	<ul style="list-style-type: none"> - 프로바이오틱 유산균 개발 - 자연치즈내 프로바이오틱 유산균 성장 및 생존효과

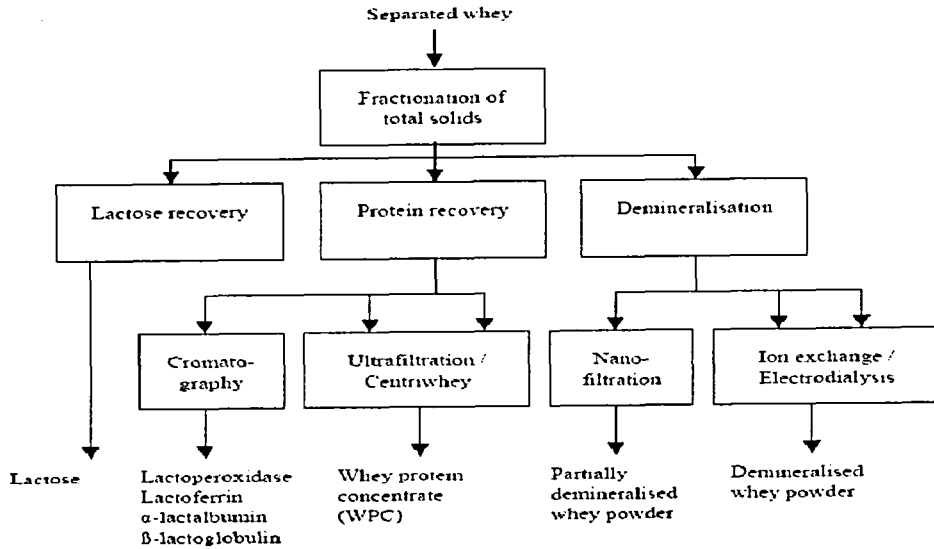


그림 1. 치즈 유청의 활용

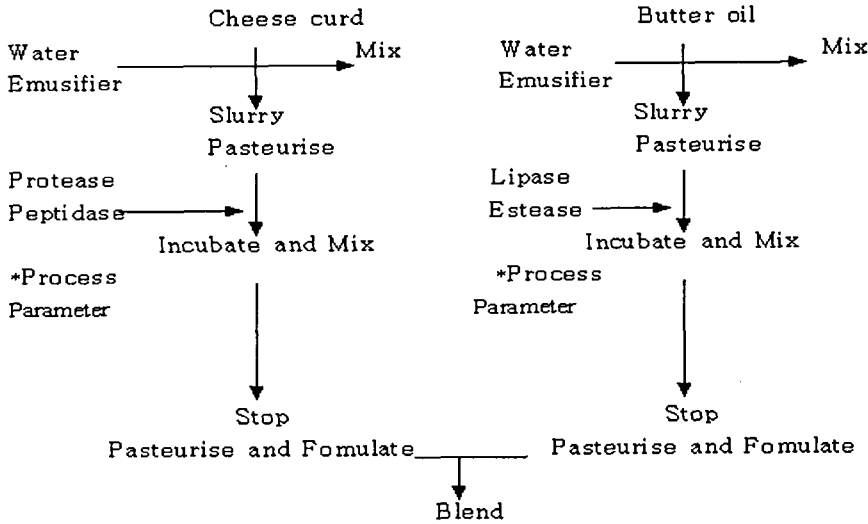


그림 2. Enzyme Modified Cheese 공정

(*Process parameter : Temperature, Time and pH)

있기 때문에, 저 칼로리 저지방 식품으로 비만 방지를 위한 매우 중요한 식품이다. 탈지유를 88℃ 부근에서 약 5분간 고온처리하면, 케이션과 유청단백질이 복합체를 이루면서 영양생리학적으로 양질의 유청단백질이 Quark으로 이행된다. 또한 고단백 fresh cheese의 일종인 Quark을 디저트와 요리용 원료로써 활용하는 방

안을 모색할 수 있고 특히 Quark을 원료로 과일을 가미한 제품은 디저트 시장의 새로운 분야를 개척할 수 있다(그림 2). 또한 유산균의 건강 지향적인 기능이 널리 알려져 자연치즈와 Quark 제조시 probiotic 유산균을 첨가하여 기능성을 부여한 제품이 핀란드, 네덜란드에서 생산되고 있으며 최근 Cheddar, Emmental,

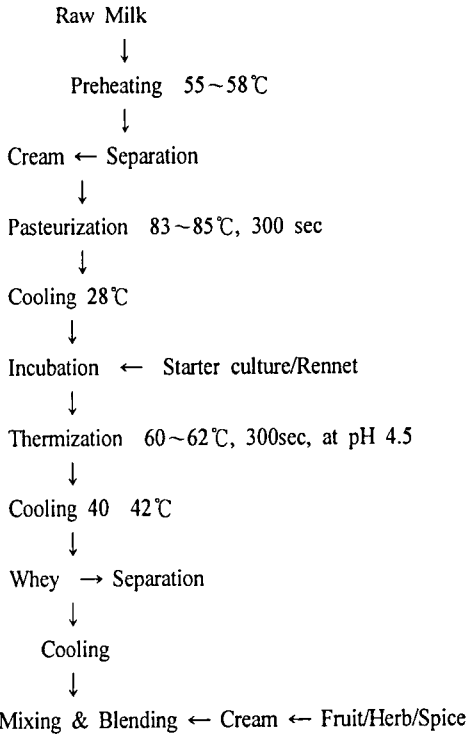


그림 3. ThermoQuark 제조공정

Edam cheese 등에 *Lactobacilli*와 *Bifidobacteria*를 사용하여 기능성을 부여하려는 연구가 진행되고 있다.

IV. 결론

UR과 WTO 체제 출범에 의한 유제품의 수입 자유화에 의해 2005년부터 DDA 협상결과가 적용된다면 우리 유가공업계와 낙농업계는 심각한 타격을 받을 가능성이 높다. 수입 자유화로 인한 국산 원유생산의 제한, 유가공시설의 가동을 저하, 유제품의 다양성을 상실하게 됨으로 시장 경쟁력 약화를 초래할 수 있다. 그러므로 WTO 환경하에서 유제품의 수입개방에 대비하고 국내 원유소비 증대와 유제품 경쟁력을 확보하기 위해 원유수급균형 유지제도 정착, 낙농·유가공업계의 경영 합리화, 유제품의 적극적 홍보, 그리고 유제품의 다양화, 고급화를 위한 기술 개발 등과 같은 전략이 필요하다. 특히 소비자의 요구를 만족시킬 수 있는 다양한 유제품의 개발을 통해 수입 자유화에 대

비한 국내 유제품의 경쟁력을 확보해야 한다. 종래 단순가공에 의한 유제품 생산에서 탈피하여 새로운 공정개발로 생산비 절감, 수율증대, 다양한 형태의 고급 유제품 개발, 그리고 프로바이오틱스의 새로운 기능연구를 통해 유제품의 기능성과 가치성을 부여한 건강 지향적 식품개발에 노력을 해야 할 것이다.

V. 참고문헌

1. 농림부. 2003. DDA 농업협상 동향과 대책.
2. 식품유통연감. 2003. 식품저널 발행.
3. 한국식품산업연감. 2003. 한국식품산업연구원 발행.
4. 日本公開特許公報. 1999. 牛乳等の溶存酸素を窒素ガスと置換して殺菌する方法及び窒素ガス置換装置 特許平11-256300.
5. McConnell, Michelle A., et al. 2001. A comparison of IgG and IgG1 activity in an early milk concentrate from non immunised cows and a milk from hyper-immunised animals, Food Research International, 34: 255-261.
6. 광해수. 2003. 이용성 증진을 위한 기능성 우유 및 유제품 개발, 한국유가공기술과학회지. 21:13-22.
7. 월간식품세계. 2003. 시장동향 : 발효유 시장. 4:62-75.
8. 김정원. 2002. 생명공학 기술을 이용한 발효균주 개량 기술 동향, 보건산업기술동향 pp. 33-39.
9. Mercenier, A., et al. 2002. Probiotics as biotherapeutic agents : Present knowledge and future prospects, Current Pharmaceutical Design, 8:99-110.
10. Goldin, B. R. 1998. Health benefits of probiotics. British Journal of Nutrition, 80 (Suppl.) 2, S203-207.
11. Nase, L., et al. 2001. Effect of long term consumption of a probiotic bacterium, *Lactobacillus rhamnosus* GG in milk on dental caries and caries risk in children. Caries Res., 35:412-420.
12. Kabir, A. M. A., et al. 1997. Prevention of *Helicobacter pylori* infection by lactobacilli in gnotobiotic murine model. Gut., 41:49-55.
13. Isolauri, E., et al. 2000. Probiotics in the management of atopic eczema. 2000 Clin. Experiment Allergy, 30:1604-1610.
14. Iukalo, V. H. and Luhovyi, B. L. 2000. The produc-

- tion of antihypersensitive peptides in beta casein proteolysis, Fiziol Zh., 46:78-83.
15. Hilton, E., et al. 1995. *Lactobacillus* GG Vaginal Suppositories and Vaginitis. Journal of Clinical Microbiology, 33:1433.
 16. Hatakka, K., et al. 2001. Double blind comparison of probiotic therapy and placebo in patients with rheumatoid arthritis. Probiotics, Prebiotics and New foods, Rome, September 2-4.
 17. 乳食品加工學. 2002. 高浚洙 外, 先進文化社.
 18. Cheesemaking Practice. 1985. R. Scott, Elseier Applied Science Publisher.
 19. Eva, Korsstrom and Matti, Lampi. 2001. Review Report : Best Available Techiques (BAT) the Nordic dairy industry.
 20. Kawk, H. S., et al. 2002. Flavor compounds of cholesterol reduced Cheddar cheese Slurries. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 15:117-123.
 21. Kilcawley, K. N., et al. 1998. Enzyme modified cheese. International Dairy Journal, 8:1-10.