

11-1543
00-0020
94-01

발간등록번호

11-1543000-002094-01

조제분유의 수출전략에 따른 영양 안전 품질 기반 구축 및 산업화 최종보고서

2018

농림축산식품부

고부가가치식품기술개발사업 R&D Report

조제분유의 수출전략에 따른 영양 안전 품질 기반 구축 및 산업화 최종보고서

2018. 02. 23.

주관연구기관 / 매일유업(주)

협동연구기관 / 고려대학교

협동연구기관 / 경남대학교

협동연구기관 / (주)인터페이스정보기술

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “조제분유의 수출 전략에 따른 영양 안전 품질 기반 구축 및 산업화”
(개발기간 : 2014. 11. 28. ~ 2017. 11. 27.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 23.

주관연구기관명 :	매일유업(주)	(대표자) 김선희
협동연구기관명 :	고려대학교 산학협력단	(대표자) 고제상
	경남대학교 산학협력단	(대표자) 하경재
	(주)인터페이스정보기술	(대표자) 박준규

주관연구책임자 : 매일유업(주) 김용기

협동연구책임자 : 고려대학교 김영준

고려대학교 이민석

고려대학교 이광원

경남대학교 이동선

참여기관책임자 : (주)인터페이스정보기술 박준규

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	314046-3	해 당 단 계 연 구 기 간	최종 3년	단 계 구 분	(최종)/ (3단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	조제분유의 수출 전략에 따른 영양 안전 품질 기반 구축 및 산업화			
	세부 과제명	제1세부: 중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 개발 및 전문 제품군 구축 제1협동: 영유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발 제2협동: 대중국 수출용 조제분유의 생산단계 안전성 확보 기술 개발 제3협동: 조제분유 생산단계 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발 제4협동: 유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출형 조제분유 포장 전략 연구 제5협동: ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산유통단계 품질안전관리 시스템 구축 제1, 2위탁: 중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 체계화			
연구책임자	김용기	해당단계 참 여 연구원 수	총: 36명 내부: 36명 외부: 명	해당단계 연구 개발비	정부:400,000천원 민간:400,000천원 계:800,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 81명 내부: 11명 외부: 70명	총 연구개발비	정부:1,200,000천원 민간:1,200,000천원 계:2,400,000천원
연구기관명 및 소속부서명	매일유업(주)(김용기 이사) 고려대학교 산학협력단(김영준 교수) 고려대학교 산학협력단(이민석 교수) 고려대학교 산학협력단(이광원 교수) 경남대학교 산학협력단(이동선 교수) 인터페이스정보기술(박준규 대표)			참여기업명: 매일유업(주)(김용기 이사) 인터페이스정보기술(박준규 대표)	
위탁연구	연구기관명: 한국궤립조사연구소 성균관대학교 산학협력단			연구책임자: 박병일 상무 김용준 교수	

요약	보고서 면수
- 중국 안전, 영양, 품질 DB 구축	- 38쪽~88쪽
- 중국 수출 전략 수립	- 89쪽~129쪽
- 중국 모유 영양조성 분석(학술분석, 영양분석)	- 130쪽~147쪽
- 중국 수출 조제분유 제품개발	- 148쪽~149쪽
- 중국 소비자를 위한 현지 서비스 콘텐츠 제공 및 성과평가	- 150쪽~157쪽
- 조제분유 첨가 유산균 및 올리고당의 면역증강 효과 검증	- 158쪽~224쪽
- 조제분유 생산공정에 적용 가능한 미생물 제어 기술 개발	- 225쪽~286쪽
- 조제분유의 생산-소비 전 단계 대상 안전관리 시스템 확립	- 287쪽~300쪽
- 조제분유 생산단계 당화산물 저감화 기술 개발	- 301쪽~339쪽
- 중국 유통환경에 적합한 제품 포장 조건 확립	- 340쪽~349쪽
- 소단위 포장형태 연구를 통한 유통기한 연장 기술 개발	- 350쪽~366쪽
- 수출국 소비자 안심 포장 연구	- 367쪽~374쪽
- 조제분유 배합비 프로그램 개발 및 출고 인증시스템 구축	- 375쪽~391쪽
- 생산이력제 시스템 구축	- 392쪽~417쪽
- 협동별 연구 결과 요약 및 조제분유 제조 활용 계획	- 418쪽~420쪽

<국문 요약문>

		코드번호	D-01		
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 체계적 수출전략을 기반으로 한 중국 영·유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 생산 및 수출 ▪ 현장적용 가능한 조제분유의 생산·유통단계 품질안전관리 기술 확보 ▪ ICT 융복합 품질·안전 표준관리시스템 개발을 통한 국제 선진관리체계 구축 ▶ 최종목표: 수출전략 형 기능성 조제분유 출시를 통한 국내 식품산업의 글로벌 경쟁력 제고 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 수유부 2,000명 대상 온라인 설문을 기초로 5P/STP/TCP 전략 수립 ▪ 중국 안전성 이슈 모니터링, 제품 분석, 중국 모유 분석 DB화 ▪ 중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 개발 및 전문 제품군 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 연구 결과를 토대로 중국 수출 전략형 제품군 출시(3brand 9 sku) - 개발제품 매출액 개발 후 현재까지 260억 원, 향후 3년간 매출 800억 원 목표 ▪ 중국 소비자 대상 서비스 콘텐츠 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 최적화 서비스 콘텐츠 4종 개발(아기똥, 민감도, 성장·영양, 수유량 셀프진단) ▪ 조제분유 생산공정 내 고온성 세균의 대사 제어 <ul style="list-style-type: none"> - 생산공정 분리균주 DB 구축 및 관련 위해 특성에 대한 위해기술서 제작 ▪ 소비 단계의 미생물학적 위해 발생 원인 추적 결과 기반의 교차오염 예방 전략 수립 ▪ 조제분유 생산-소비 전 단계 안전관리시스템 신규 구축 ▪ 설치류 colitis에 대한 BB-12의 기능성 입증 및 메커니즘 규명 ▪ 조제분유 제조 공정 중 분무건조를 통한 당화산물 저감화 모델 구축 및 활용 ▪ 중국 수출용 조제분유의 유통환경에 맞춘 포장 설계 및 유통기한설정 <ul style="list-style-type: none"> - 조제분유 포장 연구 보고서 제작 ▪ 수출시장에 적합한 품질유지 포장기술 개발 및 포장단위별 사용 방법 최적화 ▪ ICT 융합 연구를 통해 자동화된 품질·안전관리 표준시스템 및 생산이력시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 응용소프트웨어 신규 개발 및 생산단계 적용 - ICT 융복합 조제분유 생산·유통단계 품질·안전 표준관리시스템 구축 보고서 제작 - 수출국 품질보증체계 구축 및 수출 제품 적용 보고서 제작 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대중국 수출을 통한 낙농산업 부가가치 향상 및 수출 노하우 확립 ▪ 조제분유의 건강기능성 및 안전성 확보를 위한 실용화 기술 개발 및 특허 출원 등 가시적 성과 도출 ▪ 현지 전문 서비스 제공을 통한 국내 브랜드 인지도 향상 				
중심어 (5개 이내)	조제분유	중국시장	제품 개발	품질 보증	생산이력시스템

<영문 요약문>

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production and exportation of powdered infant formula (PIF) optimized for Chinese consumers by adopting systematic marketing strategies ▪ Development of technologies for assurance of PIF product safety and quality ▪ Establishment of ‘standard management system for PIF safety & quality’ through convergence research on information & communications technology (ICT) ▶ Final goal: Launching a new PIF product optimized for China market and improving the global competitiveness of Korean industries 					
Results	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establishment of a strategy for China market entry <ul style="list-style-type: none"> - 5P/STP/TCP based on the online-survey for Chinese lactating women (n=2000) ▪ Monitoring of safety issues in China, product analysis, construction of database of Chinese breast-milk ▪ Production of PIF (3brand 9 sku) optimized for Chinese consumers <ul style="list-style-type: none"> - Current sales: 26 billion won, Goal for 3 years from now: 80 billion won ▪ Development of content services optimized for Chinese consumers ▪ Risk management of thermophilic bacteria isolated from PIF processing line <ul style="list-style-type: none"> - Construction of DB for PIF isolates and development of microbial risk profile ▪ Establishment of strategy for the prevention of cross-contamination by consumers ▪ Construction of safety management system from PIF production to consumption ▪ Proof of the functionality of BB-12 to colitis in rodents ▪ Construction of model for the reduction of glycation products during production ▪ Designation of PIF packaging optimized for the environment of China setting up the shelf-life of PIF products <ul style="list-style-type: none"> - Research report regarding the packaging technologies of PIF ▪ Development of quality maintenance technology and its directions ▪ Development of ‘standard management system for PIF safety & quality and ‘production traceability system’ through convergence research on ICT <ul style="list-style-type: none"> - Application software, system construction and quality assurance report 					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promotion of domestic dairy industry and establishment of know-how regarding the exportation to China ▪ Development of applied techniques for safety and quality of PIF, achievement of outcomes (scholarly papers, patents, etc.) ▪ Improvement of brand awareness by the provision of consumer services in China 					
Keywords	Powdered Infant Formula	China Market	Product development	Quality Assurance	Traceability System	

< Contents >

1. Summary of Research	8
2. Development Status of Domestic & Abroad	26
3. Research Contents and Results	31
4. Degree of Accomplishment in Research and Contribution to Related Fields	429
5. Achievements of Research and Further Prospect	434
6. Information Sources from Abroad	439
7. Security Level of the Report	440
8. Research Facilities and Equipments	441
9. Results of Laboratory Safety Management	442
10. Research Achievements	443
11. Other Matters	444
12. References	445

<Attachment> Self Evaluation Report, Planning report for the strategies on China market entry and vitalization of exportation, Research report regarding the packaging technologies of PIF, ICT convergence report for the construction of standard management system for PIF safety & quality, Report for the construction of quality assurance system for China and application of exportation strategy to PIF products

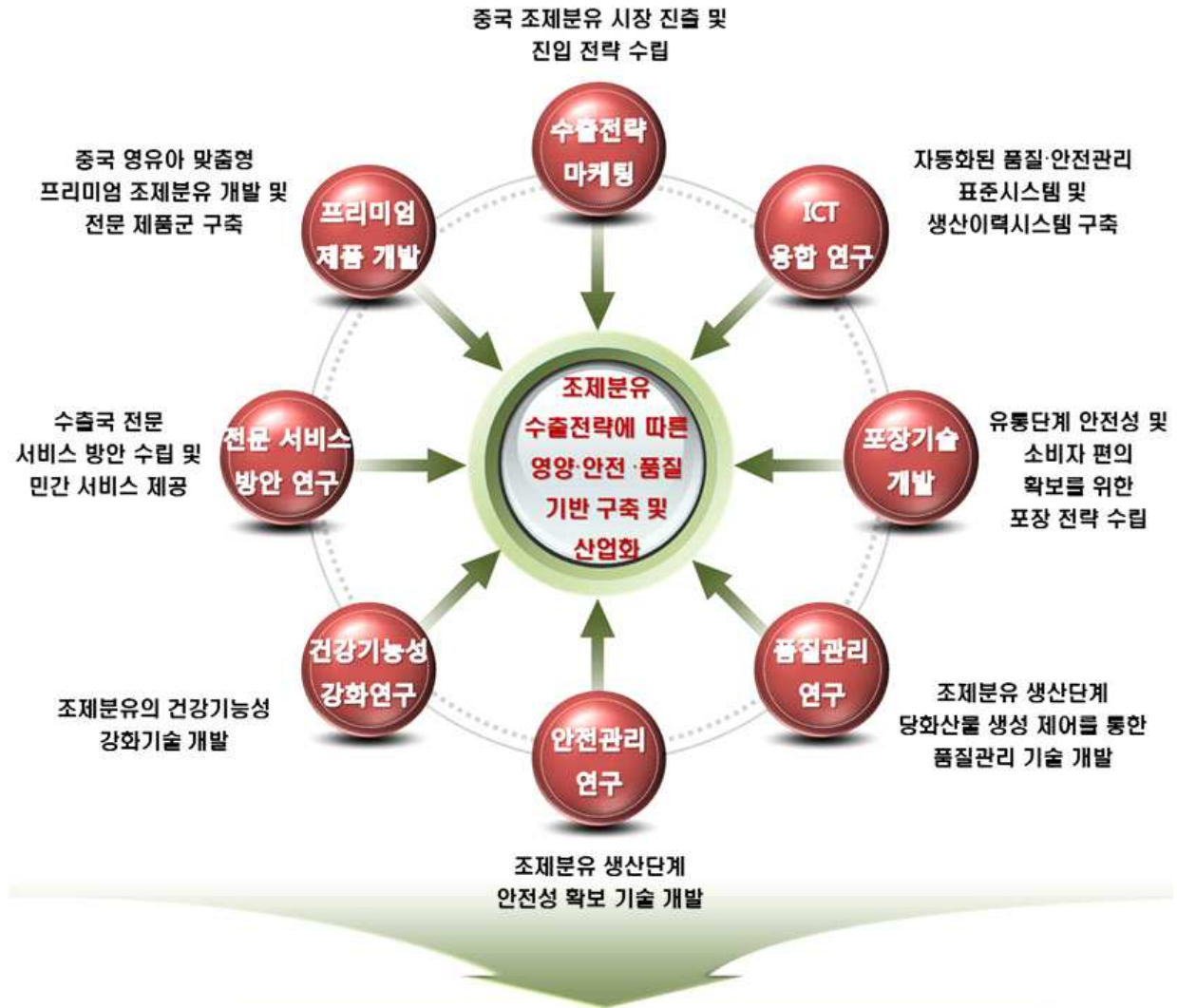
〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의개요	8
2. 국내외 기술개발 현황	26
3. 연구수행 내용 및 결과	31
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	429
5. 연구결과의 활용계획 등	434
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	439
7. 연구개발성과의 보안등급	440
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	441
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	442
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	443
11. 기타사항	444
12. 참고문헌	445

<별첨> 자체평가의견서, 중국 시장 진입 전략 및 수출 활성화를 위한 기획 보고서,
조제분유 포장 연구 보고서, ICT 융복합 조제분유 생산·유통단계 품질·안전
표준관리시스템 구축 보고서, 수출국 품질보증체계 구축 및 수출 제품 적용 보고서

1장. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적



최종 목표

- ❖ 국내 조제분유의 해외시장 공략을 위한 대중국 수출전략 수립
- ❖ 중국 영·유아에 특화된 맞춤형 프리미엄 조제분유 개발
- ❖ 현장적용 가능한 조제분유의 생산·유통단계 품질안전관리 기술 개발
- ❖ ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산자·소비자 대상 품질안전관리 시스템 제공
- ❖ 영·유아 영양·안전에 관한 국제적 선도 수준의 학술 DB 구축
- ❖ 산·학간 협동 연구를 통한 고부가가치 조제분유 개발 및 해외시장 진출

FINAL VISION 수출전략형 기능성 조제분유 출시를 통한 국내 식품산업의 글로벌 경쟁력 제고

1-2. 연구개발의 필요성

연구의 필요성: 경제적 측면

- ❖ 중국 수입 분유시장 성장세, 멜라민 파동 이후 외국계 기업의 시장 점유율 약진
 - 최근 10년(2003-2013년) 중국 수입 분유시장 연평균 약 38%의 높은 성장세
 - 수입 브랜드의 전체 시장 점유율 50% 이상, 중·고급 조제분유시장 점유율 80% 이상
- ❖ 미국, 유럽 브랜드의 계속되는 강세 속에 한국 분유업체의 중국 시장 진출 가속화, 브랜드 인지도는 약세
 - 2013년 중국에서 수입한 한국 조제분유 5,300만 달러, 전년 대비 69.4% 증가
 - 한국 분유에 대한 평가는 높아지나 현지 브랜드 인지도는 낮음
- ❖ 현지 조사를 통한 맞춤형 전략 수립, 아시아권 영·유아의 체질을 고려한 중국 특화 제품 개발, 중국 소비자를 위한 수출국 민간 서비스 제공 등 전략적 접근을 통한 시장 공략 필요
- ❖ 본 과제의 최종 도출 성과를 통하여 국내 낙농산업 부가가치 향상 및 국내 식품 산업의 글로벌 경쟁력 제고에 기여

○ 최근 10년 간(2003-2013년) 중국 내 조제분유 수입은 계속해서 증가하고 있으며, 특히 멜라민 파동 이후 외국계 분유 제조 기업들의 중국 분유 시장 점유율이 약진하여 전반적인 시장 환경의 변화를 가져왔음

- ☑ 2013년 중국 수입 분유 시장 규모 약 14억 달러(약 1조 4,000억 원)(그림 1)
- ☑ 멜라민 파동이 발생한 2008년과 그 다음해인 2009년 연간 성장률 각각 60%와 52%
- ☑ 이를 계기로 중국 시장 내 외국계 분유 제조 기업 점유율 약진
- ☑ 최근 10년간 중국 수입 분유 시장 연평균 약 38%의 높은 성장세

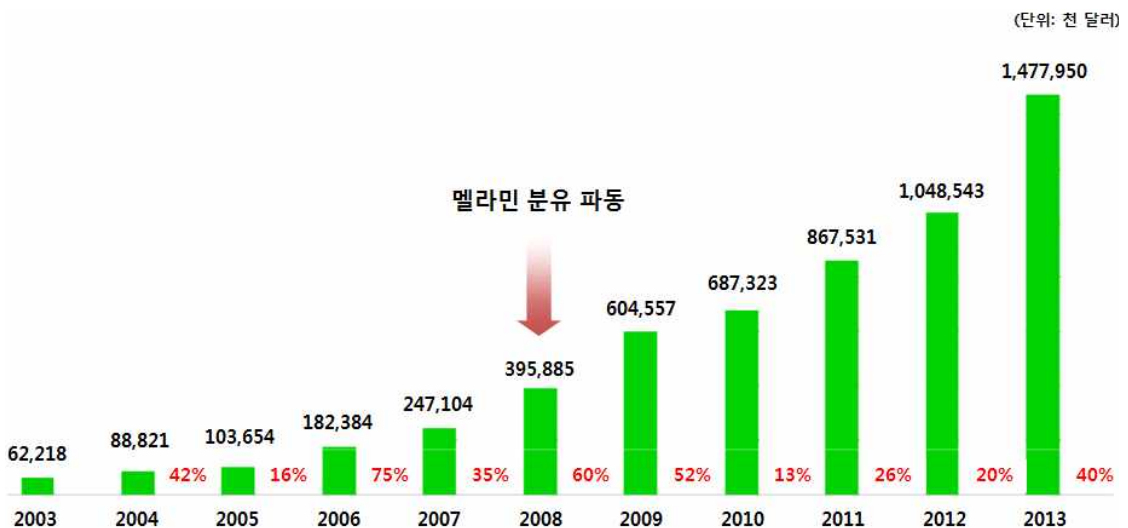


그림 1. 최근 10년 간(2003-2013년) 중국 내 분유 수입 현황(한국무역협회, 2014).

- 중국 조제분유 시장에서 수입 브랜드는 자국 브랜드에 비해 시장점유율에 절대적인 우세를 차지하고 있으며 최근에는 전체 분유 시장의 50% 이상을 점유하고 있음
- ☑ 수입 분유는 90년대에 중국 시장에 처음 진입 후 품질 우위로 오랜 기간 고급 분유 시장 선점
- ☑ 2013년 중국산 분유와 수입산 분유의 시장점유율은 46:54, 해외 브랜드의 점유율 과반수 이상
- ☑ 선두 브랜드 10개의 시장점유율 75.9%, 그 중 수입브랜드 46.4%(표 1)
- ☑ 상위 3개 기업 모두 해외 브랜드, 해당 3개 업체의 점유율 35%

표 3. 중국 조제분유 시장 점유율 상위 10개 기업(한국무역협회, 2014)

순위	기업명	국가	시장점유율(%)
1	Mead Johnson	미국	12.3
2	Dumex	프랑스	11.7
3	Wyeth	미국	11.0
4	Begin Mate	중국	8.7
5	Abbott	미국	7.7
6	Yili	중국	6.7
7	Biostime	중국	5.7
8	Yashili	중국	4.5
9	Shemgyuan	중국	3.9
10	Nestle	스위스	3.7

- 중국 조제분유 시장에서 가격대 200위안 이상의 고급, 중·고급 조제분유는 시장점유율 50% 이상에 달하며, 주로 수입 브랜드가 이러한 중·고급 조제분유의 80% 이상을 선점하고 있음
- ☑ 중국 조제분유 시장 가격대별 점유율 현황: 200위안 이상/통 고급·중고급 분유 50% 이상(표 2)
- ☑ 가격대 150위안 이상 분유는 전체의 80% 차지

표 4. 중국 조제분유 시장 가격대별 점유율 현황(KOTRA, 2014)

분류	가격대	시장점유율(%)
고급	300위안 이상/통	9
중·고급	200-299위안/통	42
중급	150-199위안/통	29
중저급	100-149위안/통	16
저급	100위안 이하/통	4

- ☑ 2013년 중국 조제분유 시장에서 판매되는 주요 브랜드의 중·고급 조제분유 가격은 통당(900 g 기준) 약 200위안 이상, 고급 제품의 경우 900 g 기준 300위안 이상(표 3)
- ☑ 수입 브랜드가 중국 중·고급 조제분유 시장의 80% 이상 차지
- ☑ Mead Johnson(25%), Wyeth(20%), Dumex(12%) 3개 브랜드의 고급제품이 중·고급 조제분유 시장의 50% 이상 점유

표 5. 2013년 중국 조제분유 시장 주요 브랜드 및 프리미엄 제품가격(한국무역협회, 2014)

회사명	브랜드	제품	가격 및 규격	본사	분유 원산지
Mead Johnson Nutrition Company (美贊臣)			220위안/900 g (36,409원)	미국	중국
Royal Numico N.V. (多美滋)			198.5위안/ 900 g (32,925원)	프랑스	중국
Nestle Global (惠氏)			203위안/900 g (33,671원)	미국	싱가포르 중국
항저우베이인 메이 그룹유한공사 (杭州貝團美集 團有限公司)			202위안/900 g (33,505원)	중국	중국
Abbott Laboratories (雅培)			178위안/370 g (29,524원)	미국	덴마크 싱가포르 스페인
Nestle (雀巢 (中國) 有限公司)			308위안/400 g (50,970원)	스위스	네덜란드 독일 스위스 중국

- 미국, 유럽 브랜드의 계속되는 강세 속에 한국 분유업체의 중국시장 진출 또한 증가하고 있으나 브랜드 인지도는 아직까지 낮은 실정임
- ☑ 한류 영향으로 한국 제품에 대한 전반적 인지도 상승, 한국 업계의 중국 진출 가속
- ☑ 2013년 중국에서 수입한 한국 분유는 5,300만 달러로 전년 대비 69.4% 증가(그림 2)

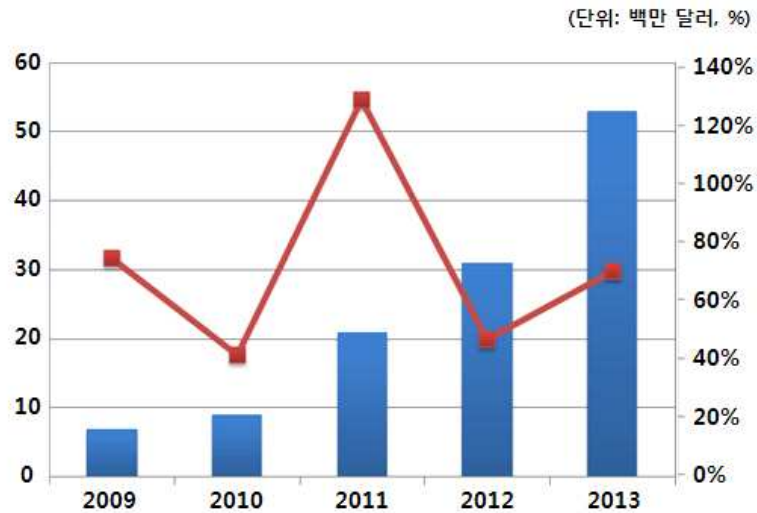


그림 2. 중국의 대한국 조제분유 수입 현황(KOTRA, 2014).

- ☑ 매일유업, 남양유업 및 롯데푸드에서 중국 조제분유 시장 진출(표 4)
- ☑ 우수한 품질을 기반으로 고급 프리미엄 분유 시장 공략(가격대 220-398위안)

표 6. 중국 진출 한국 조제분유 업체 현황(KOTRA, 2014)

기업	브랜드	이미지	규격	가격
매일유업	애플루트 명작		800 g	328위안 (54,405원)
	애플루트 궁		800 g	398위안 (66,016원)
남양유업	임페리얼		800 g	251위안 (41,633원)
	아이엠마더		800 g	220위안 (36,491원)
롯데푸드	GrandNoble		750 g	298위안 (49,429원)

- ☑ 그러나 한국 브랜드의 현지 인지도는 아직 낮은 편이며, 다음은 관련 보도 자료임

조제분유 산업, 한국 업체 ‘두 자녀 특수’ 영업 분주

[2013.12.06 뉴스핌]

...(중략)...이른바 ‘한류’의 영향과 한국 제품에 대한 전반적인 인지도 상승 그리고 중국산 분유 제품에 대한 불신의 영향으로 한국 분유에 대한 중국 ‘엄마’들의 관심도 점차 높아지고 있다. 이 같은 분위기에 맞춰 한국 분유 업계의 중국 진출에도 속도가 붙고 있다.

...(중략)...황샤오창(黃曉強) 이하오덴 부총재는 “한국 유제품은 GMP인증과 HACCP 시스템을 적용한 세계 일류의 제품으로, 안전성과 품질면에서 모두 높은 평가를 받고 있다”고 밝혔다. 한국유가공협회 김민형 차장은 “중국에서 한국 분유에 대한 평가가 갈수록 높아지고는 있지만, 전체 시장에서 한국 분유의 인지도는 여전히 낮다”며 “이번 행사는 한국 제품의 우수성과 브랜드를 중국에 널리 알리는 계기가 될 것”이라고 밝혔다...(중략)...

- 따라서 중국 조제분유 시장에서 한국 브랜드의 인지도를 높이고 수출을 증대시키기 위해서는 다음과 같은 전략적 접근을 통한 중국 시장 공략이 필요함

- 1) 정확한 현지 시장 조사 및 조제분유 소비자 대상 설문을 통한 맞춤 전략 수립
- 2) 아시아권 영·유아의 체질을 고려한 중국 특화 제품 개발
- 3) 제품의 영양, 기능성, 안전성 확보 방안 확립
- 4) 시장 진입에 적합한 가격 경쟁력 확보
- 5) 중국 소비자를 위한 수출국 민간 서비스 제공

- 최종적으로 본 과제의 성과물 도출을 통해 국내 낙농산업의 부가가치를 향상시켜 농가 소득 증대에 기여할 수 있으며, 국내 식품산업의 글로벌 경쟁력 제고를 통한 국가 위상 증대 및 경제적 효과 창출을 기대할 수 있음

연구의 필요성: 사회적 측면

- ❖ **중국 산아제한정책 완화에 따른 두 자녀 출산 허용, 신생아 수 증가 추세**
 - 연 평균 1,700만 명 신생아 출생, 2013년 산아제한정책 완화로 연간 9-13% 신생아 수 증가 예상
- ❖ **신생아 수 급등에 따른 분유 수요 증가로 중국 분유시장 활성화, 세계적 관심 집중**
 - 2013년 중국 분유시장규모 약 10조 6,000억 원, 미국에 이은 세계 제 2대 영·유아 분유시장 조성
 - 두 자녀 정책 실시에 따른 영아 수 증가로 2017년 말까지 분유시장에 200억 규모의 수요 창출
- ❖ **중국 내 국민 소득 증가로 고급 영·유아식에 대한 수요 증가**
 - 지난 10년간 중국 도시주민 1인당 소득 2.5배, 농촌주민 소득 2.2배 증가
 - 월 소득 2만 위안 이상의 가정 중 70.2% 고급 수입 분유 선호
- ❖ **계속되는 안전성 논란으로 중국산 영·유아식에 대한 소비자 불신 확산**
 - 2008년 멜라민 분유, 2009년 대두중 분유, 2010년 성조숙증 유발 분유, 2011년 피혁 분유 등 연이은 안전사고 발생으로 중국 브랜드 신뢰도 하락
- ❖ **안전성과 품질이 확보된 조제분유 생산 및 수출을 통해 국내 식품의 해외시장 개척 도모 가능**

○ 중국은 인구증가 억제를 위하여 1979년부터 한 가구에 한 자녀를 허용하는 산아제한정책을 시행해왔으나, 이로 인한 고령화 심화, 노동인구 감소 등 부작용 발생으로 정책완화 필요성이 대두되었음(KB금융지주 경영연구소, 2013)

- ☑ 중국 산아제한 정책 1950년대 중반에 시작, 1979년에 한 자녀 정책으로 확립
- ☑ 주요 내용은 “늦게 결혼, 늦게 출산, 한 자녀만 출산, 건강한 영아 출산”
- ☑ 출산율 저하에 따른 인구 고령화 심화, 생산가능 인구 감소에 따른 노동비용 상승, 노년부양비 증가, 독자 세대의 사회 적응 능력 결핍 등 다양한 부작용 발생
- ☑ 2012년 11월 후진타오 前총서기가 향후 중국의 안정적인 인구 증가세를 유지해야 한다고 언급한 이후 중국 내 산아제한정책 완화 요구 고조
- ☑ 2012년 12월 중국 국무원 산하 연구기관 중국발전연구기금회가 2015년까지 두 자녀를 허용하고 2020년에는 산아제한을 폐지할 것을 건의

○ 2013년 중국 정부에서는 약 30년 동안 시행해온 ‘한 자녀 정책’을 수정·완화하기로 공식 의결하고 부모 중 한명이 독생자일 경우 두 자녀 정책을 허용하기로 결정함

- ☑ 2013년 중국 정부가 제 18기 중앙위원회 3차 전체회의에서 산아제한 완화 정책 발표
- ☑ 주요내용은 “부모 중 한명이 독생자일 경우 가정 당 두 자녀까지 허용”하는 두 자녀 출산제도이며 현재 결혼연령대가 대부분 한 자녀 정책으로 태어난 독자인 만큼 사실상 한 자녀 정책 폐지
- ☑ 다음은 관련 보도 자료임

중국, 한 자녀 정책 완화 공식 승인

[2013.12.28 공감언론 뉴시스(NEWSis)]

중국에서 국회 역할을 하는 전국인민대표대회(전인대) 상무위원회는 28일 **약 30년 동안 시행해 온 '한 자녀 정책'을 수정 및 완화하기로 공식 의결**했다. 전인대는 결의문을 통해 각 성·시 지방정부는 현지 사정에 따라 **'단독 2자녀(부모 중 한 사람이 독자면 아이를 2명 가질 수 있도록 허용**하는 것)' 정책의 도입 시기 등을 결정하게 된다고 밝혔다. 전인대가 인구정책에 예외를 두면서 지난 1976년 도입한 이 정책이 사실상 포기한다는 의미로 풀이된다.

결의문에서는 중국의 경제사회 발전과 인구 구도의 변화에 따라 한자녀 정책은 조정이 필요한 사안이라고 설명했다. 그러나 전인대는 결의문에서 한자녀 정책은 여전히 기본국책으로 헌법과 인구정책에 관련된 법안이 지속해서 엄격히 준수해야 하며, 인구의 균형적인 발전을 도모한다고 강조했다....(중략)...

- 중국 산아제한정책 완화에 따른 두 자녀 허용으로 연간 9-13%의 신생아수가 증가하여 제 4차 베이비붐 시대를 맞이할 것으로 예상됨(한국투자증권, 2014; 정상외교 경제활용포털, 2014)
- ☑ 3차 베이비붐 시대(1985-1987) 출생인구의 결혼 적령기 진입에 따라 향후 7-10년간 두 자녀정책과 맞물린 4차 베이비붐 형성(그림 3)
- ☑ 실제로 두 자녀 정책 실시 이후 가임연령 여성 1,500만-2,000만 명 중 50-60%가 둘째 아이를 출산할 계획이 있다고 밝힘

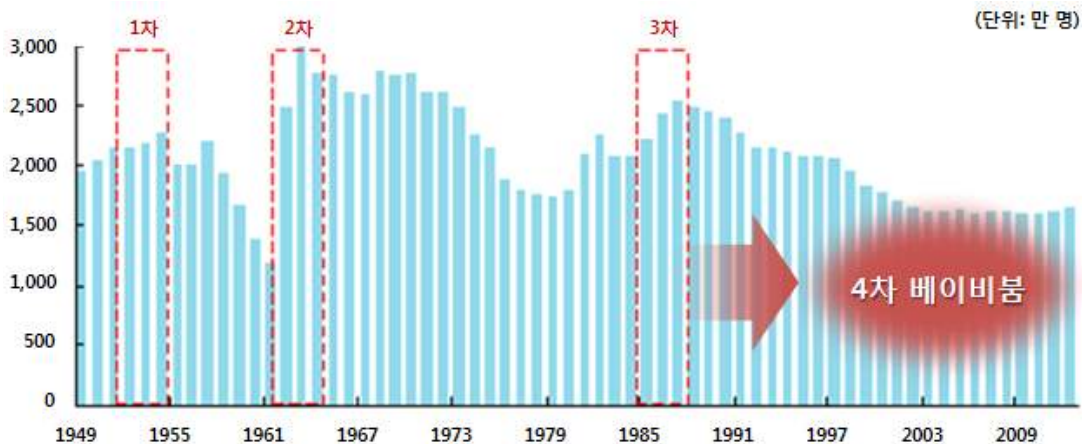


그림 3. 1949-2009년 중국 신생아 수 추이와 베이비 붐 시기(한국투자증권, 2014).

- ☑ 2007년 이후 중국의 연 평균 신생아 출생 수는 약 1,600-1,650만 명, 2013년 약 1,638만 명(그림 4)
- ☑ 두 자녀 출산 제도 정착 시 중국의 연간 출생 신생아수는 1,800만 명 이상으로 급등할 것으로 예상(전년 대비 약 9-13% 증가)

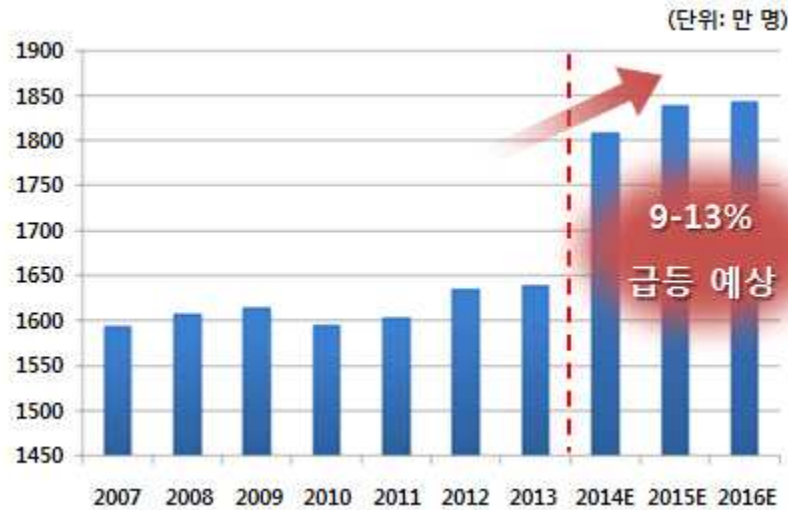


그림 4. 2007-2016년 연간 중국 신생아 수 추이(KOTRA 2014).

- 중국 영유아 용품 시장 규모는 계속적으로 확대되는 추세이며 특히 조제분유 시장 규모는 연간 약 20%의 속도로 성장하여 미국에 이은 세계 제 2대 분유 시장으로 자리매김하였음(주간무역, 2014; KOTRA, 2014)
- ☑ 중국 영유아 관련 시장 규모 연간 1조 위안(약 175조 원), 2015년 2조 위안(약 350조 원) 추산
- ☑ 유아용 식품 시장에는 영아용 조제식품, 보조식품, 간식 등이 있으며 이 중 분유와 이 유식이 차지하는 비중 90% 이상
- ☑ 2009-2013년 중국 분유 시장 성장률 연 평균 20.2%, 미국에 이은 세계 2대 시장(표 5)
- ☑ 두 자녀 정책 실시에 따른 3세 미만 영아 수 증가로 2017년 말까지 분유 시장에 200억 규모의 수요 창출 예상

표 7. 2009-2013년 중국 분유 시장 규모 및 성장률(KOTRA, 2014)

년도	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
시장 규모 (억 원)	4조 8,750	5조 8,867	7조 2,350	8조 7,610	10조 6,816
성장률	15.8%	20.7%	22.9%	21.1%	22.0%

- 중국 국민 소득 증가로 소비자의 구매패턴은 점차 고급화되고 있으며 부모 소득수준에 따라 고급 영유아식에 대한 수요 또한 증가하고 있음(주간무역, 2014; KOTRA, 2014)
- ☑ 지난 10년간 중국인 일인당 연평균 GDP 성장률 15.5%, 도시주민 1인당 소득 2.5배, 농촌주민 소득 2.2배 증가
- ☑ 국민 소득 증가에 따라 소비패턴 고급화, 고급 영·유아식품에 대한 수요 증가 추세
- ☑ 베이징, 상하이, 광둥 지역 등 소비수준이 높은 곳에서 영유아 용품의 60% 이상 소비
- ☑ 2013년 영유아 용품에 대한 주요 도시의 가정별 월평균 지출액은 973 위안(약 16만 원)으로 2011년에 비해 6.7% 증가
- ☑ 특히, 고소득층의 소비자일수록 품질이 좋으면 기꺼이 고가 제품을 구매하려는 경향이 높아 월소득 2만 위안(약 330만 원) 이상의 가정 중 70.2%는 고급 수입 분유 선호
- ☑ 이에 2013년 중국 분유 시장 약 10조 6,000억 원 중 고급(약 5만 원 이상/1통), 중·고급(약 3만 3,000원-5만 원/1통) 분유 시장 규모는 약 50%에 달하는 5조 6,500억 원
- 멜라민 분유 파동 등 중국산 분유의 계속되는 안전성 논란으로 중국산 영유아식에 대한 소비자 불신이 확산되면서 중국산 브랜드에 대한 신뢰도가 하락하고 수입 분유에 대한 수요가 증가하였음(KOTRA, 2014)
- ☑ 2008년 멜라민 분유, 2009년 대두증 분유, 2010년 성조숙증 유발 분유, 2011년 피혁 분유 등 연이은 안전사고 발생(표 6)

표 8. 중국 내 조제분유 관련 대표적 안전사고

연도	안전사고 명	피해 상황
2008년	멜라민 분유 파동	○ 멜라민 함유 분유 유통으로 영아 7명 사망 ○ 5만 4,000여명 신장결석 등 피해
2009년	대두증 분유 파동	○ 단백질 함량이 극도로 낮은 저질 가짜분유 유통 - 영양실조, 발육부진, 대두증 증상 유발 ○ 2004년 이후 지속적 적발 ○ 2009년 찐루그룹의 저질분유 유통으로 대두증 분유 재 이슈
2010년	성조숙증 분유 파동	○ 조숙증 유발 여성호르몬(에스트로겐) 첨가 분유 유통 ○ 생후 4-15개월 여아 6명 환자 발생
2011년	피혁 분유 파동	○ 피혁 폐기물 가공 분말 첨가 - 피혁 가수분해 단백질, 크롬산염 등의 위험요소 포함 ○ 2003-2011년까지 피혁단백포함 분유 지속적 적발 사례
2012년	이리 유제품 수은 검출	○ 베이징 올림픽 후원사인 이리 유제품에서 수은 검출
2013년	박테리아 감염 분유	○ 박테리아 감염 뉴질랜드 분유 중국에서 유통

- ☑ 중국산 제품에 대한 소비자 불신이 증가하면서 수입산 제품 선호, 유아용 분유제품 구입 시 수입 분유를 선호하는 중국 소비자는 전체의 58.6%(그림 5(A))
- ☑ 2013년 중국의 유아용 분유 수입량은 12만 3,000톤, 14억 8,000만 달러로 전년 대비 각각 34.2%, 41.0% 증가(그림 5(B))

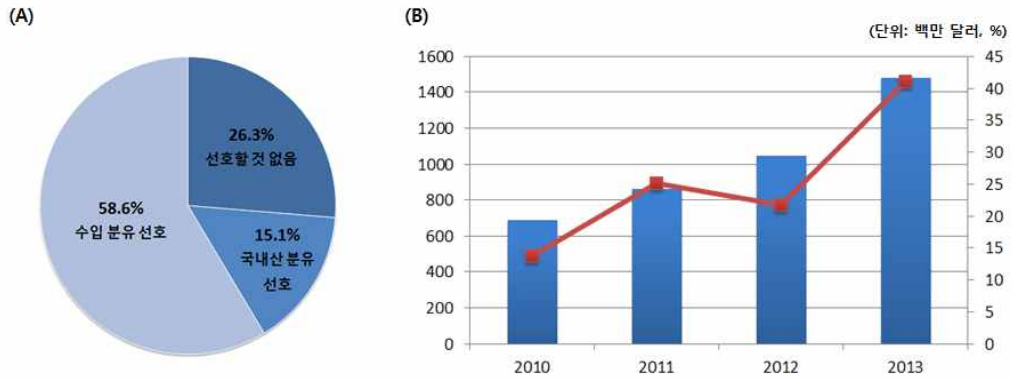


그림 5. 중국 (A) 소비자의 분유제품 선호 현황 및 (B) 연도별 분유 수입현황 (KOTRA, 2014).

- 중국 조제분유 소비자의 최대 관심사인 안전성과 품질이 동시에 확보된 고부가가치 조제분유를 생산·수출함으로써 자국 브랜드에 대한 신뢰도가 낮은 중국 조제분유 시장을 선점하고 국내 식품의 해외시장 개척을 도모해야함
- ☑ 조제분유 제품 구매 시 중국 소비자가 주로 고려하는 요소에 대한 조사결과(복수응답)에 따르면 안전성(76.5%) 및 품질(73.2%)이 가장 높은 순위(그림 6)

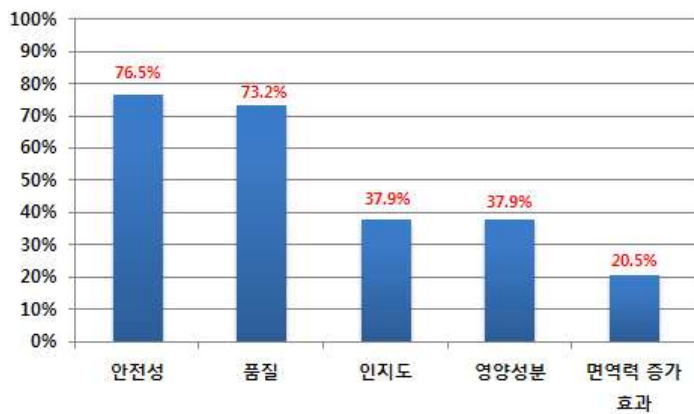


그림 6. 중국 소비자의 조제분유 구매 시 주요 고려사항(KOTRA, 2014).

- ☑ 따라서, 안전성과 품질이 동시에 확보된 프리미엄 조제분유 제품의 생산을 통해 자국 제품에 대한 선호도가 낮은 중국 시장 공략, 국내 식품의 고부가가치화를 통한 해외시장 개척 도모 필요

연구의 필요성: 기술적 측면

- ❖ 중국 정부차원의 조제분유 품질안전관리 규제 강화, 특히 해외 브랜드 제품에 대한 안전관리 규정 신설
 - 2013년 “영·유아용 조제분유 품질안전 강화 의견에 관한 통지”, “수입 영·유아용 조제분유 관리 강화에 관한 공고”
 - 조제분유 생산 해외기업 등록 의무화, 중국에 등록하지 않은 해외 조제분유 브랜드 수입 금지 조치
- ❖ “영·유아 조제분유 생산 허가요건에 관한 심사 세칙”, 조제분유의 품질안전 증진 기술 개발에 대한 요구 증대
 - 기업품질안전관리제도(HACCP, GMP 등), 생산설비시설 등 분유생산 요건 상향조정
 - 원유 품질안전 및 안정적 공급 보장, 정보화 관리 시스템, 생산추적 시스템 구축 등의 요구 사항 증대
- ❖ ICT(Information Communication Technology) 융합기술을 이용한 품질·안전 표준관리시스템 개발, 수출국에 최적화된 생산 이력제 시스템 구축 및 중국 유통환경에 적합한 포장 연구 필요
- ❖ 중국 조제분유 생산 요건에 부합하는 맞춤형 기술 개발을 통해 해외 수출을 위한 기반 구축, 국내 기업 수출 노하우 향상에 기여 가능

- 중국 내 조제분유 관련 안전사고가 연이어 발생함에 따라 정부 차원의 대응책으로 조제분유 품질안전관리 규제가 강화되었음(NSF Newsletter, 2013)
- 2013년 6월, ‘영·유아용 조제분유 품질안전 강화 의견에 관한 통지’
- 영·유아 조제분유의 품질안전 업무 및 유통업계 관리 강화 등 지시(商辦秩函, 2013)

상판질함(商辦秩函)[2013] 790호

각 성, 자치구, 직할시, 신장(新疆) 생산건설병참기지 상무 담당 당국: “식품약품감독관리총국 등 당국에 전달한 영유아 조제분유 품질안전 업무 강화 의견에 관한 국무원 사무청의 통지”(국판발(國辦發)[2013] 57호) 요구사항을 잘 이행하고 영유아 조제분유 품질안전 관련 업무를 완수하기 위해 관련 사항을 다음과 같이 통지하였다.

1. 영유아 조제분유 품질안전 업무 중시

2. 영유아 조제분유 유통업계 관리 강화

- (1) 영유아 조제분유의 약국 전문 판매대 판매 시범 운영 업무 시행
- (2) 영유아 조제분유의 수입 관리 강화
- (3) 영유아 조제분유 소매업체 및 공급업체 거래 감독관리 강화
- (4) 영유아 조제분유 유통 관리 관련 법규 제도 구축 협조 및 추진

3. 상무 계통 제보 및 신고 역할 발휘

- 2013년 9월, 중국 정부에서는 수입산 영·유아 조제분유 관리감독 강화 조치를 발표하였으며, 공고에 따라 조제분유 생산 해외기업 등록 및 중문표기 제품 라벨 부착 등이 의무화되었음(중국질량감독검역총국, 2013)
 - ☑ ‘수입 영·유아용 조제분유 관리 강화에 관한 공고’(2013년 9월 공고, 2014년 5월 일부 시행)
 - ☑ ‘수출입 유제품 검역 감독관리 방법’(중국질량감독검역총국령 제 152호), ‘수출입 식품 해외생산기업 등록관리 규정’(중국질량감독검역총국령 제 145호) 등 관련 규정에 따른 등록 요구
 - ☑ 수입산 유제품 생산업체에 대한 등록 신청 시 검역보고서, 상품 유형, 브랜드, 위생증서 제출
 - ☑ 미등록된 해외생산기업의 제품 및 검역 일로부터 유통기한 3개월 미만 제품 수입 금지
 - ☑ 대형포장 제품 수입 후 중국 내에서 소분하여 포장하는 행위 금지, 반드시 분유용기에 포장된 최종 판매형태로 수출
 - ☑ 2014년 1월 1일부로 중국 검역 이전에 중문표기 제품 라벨 부착 의무화

- 2014년 5월 이후 현재까지 두 차례에 걸쳐 ‘수입 유제품 해외생산기업 첫 등록 명단’이 발표되었으며, 명단에 포함되지 않은 미등록 해외생산기업의 유제품은 2014년 5월 1일부로 중국 수출이 금지되었음(한국유통공사, 2014)
 - ☑ 수입 유제품 해외생산기업으로 등록된 해외기업은 총 49개(표 7)
 - ☑ 이 중 한국기업은 매일유업 평택공장을 포함한 3개 기업 등록

표 9. 수입 영·유아용 조제분유 생산 해외기업 등록 명단(중국질량감독검역총국, 2014)

국명	등록기업 수	기업명
네덜란드	6	○ Nutricia Cuijk B.V.(다농그룹의 산하기업)
		○ Nestle Nederland B.V.
		○ Mead Johnson B.V.
		○ Lypack Leeuwarden B.V.(하이프로카 산하 기업, 중국 아오요우(澳優)가 지분 보유)
		○ Frieslandcampi Na Domo B.V.
		○ Abbott Laboratories B.V.

표 7. 수입 영·유아용 조제분유 생산 해외기업 등록 명단(중국질량감독검역총국, 2014)(계속)

국명	등록기업 수	기업명
뉴질랜드	8	○ Westland Cooperative Dairy Company Limited
		○ Sutton Group Limited
		○ Nutricia Limited(다농그룹 산하기업, 캐리케어 생산)
		○ GMP Dairy Limited
		○ Gardians Limited
		○ Fonterra Limited
		○ Dairy Gogat Co-opetative(N.Z.) Limited
		○ Canpac International Limited(폰테라 산하기업)
덴마크	2	○ Arla Foods amba Esbjerg Mejeri Dairy(대주주가 명니우그룹)
		○ Arla Foods amba Arinco Arla(대주주가 명니우그룹, 허성위안 등 OEM)
독일	2	○ Töpfer GmbH
		○ Nestlé Deutschland AG
미국	4	○ PBM Nutritionals LLC(Vermont)(사이언트 등 OEM)
		○ Mead Johnson & Company, LLC
		○ Gerber Products Company d/b/a Nestle Infant
		○ Abbott Nutrition, Abbott Laboratories, Columbus Plant
벨기에	1	○ INZA
스위스	3	○ Nestle Suisse SA
		○ Hochdorf Nutritec Ltd.(OEM 위주, 스위스 호호로드프(Hochdorf) 공장)
		○ Hochdorf Nutritec Ltd.(OEM 위주, 스위스 서겐(Sulgen) 공장)
스페인	4	○ Ndustrias Lacteas Asturianas,S.A.(ILAS)
		○ Hero España, S.A.
		○ Alter Farmacia, S.A.
		○ Abbott Laboratories S.A.
싱가포르	2	○ Wyeth Nutritionals(Singapore) Pte Ltd.
		○ Abbott Manufacturing Singapore Private Ltd

표 7. 수입 영·유아용 조제분유 생산 해외기업 등록 명단(중국질량감독검역총국, 2014)(계속)

국명	등록기업 수	기업명
아일랜드	4	○ Wyeth Nutritionals Ireland(Illuma 생산)
		○ Nutricia Infant Nutrition Ltd(다농 그룹 산하기업, Nutrilon 생산)
		○ Kerry Ingredients(Ireland) Ltd
		○ Abbott Ireland
영국	1	○ HJ Heniz Manufacturing UK Ltd.
오스트리아	1	○ Agrana Stärke GmbH(과즙생산, Gerber 등 OEM생산)
폴란드	1	○ GEO-POLAND SP. Z O.O.(OEM위주)
		○ Soc Flandres Picardie Lait
		○ Nutribio(OEM 위주)
		○ Laiterie De Montaigu Sas Sabourin(허성위안 등 OEM)
		○ Cooperative Isigny Sainte Mere(허성위안 등 OEM)
프랑스	5	○ Celia-laiterie De Craon(OEM 위주)
		○ 매일유업 평택 공장
		○ 롯데 파스퇴르 공장
한국	3	○ 남양 세종 공장
호주	2	○ Murray Goulburn CO-operative CO LTD
		○ Australia Dairy Park Pty Ltd(OEM 위주)

○ 2013년 12월, 중국 국가식품의약품감독관리총국(CFDA)은 ‘영·유아 조제분유 생산 허가 요건에 관한 심사 세칙(신규세칙)’을 발표하고 조제분유의 품질안전 증진에 대한 엄격한 생산허가기준을 공표하였음

☑ 2013년 12월, ‘영·유아 조제분유 생산 허가요건에 관한 심사 세칙(신규세칙)’ 발표

☑ 다음은 신규세칙에 대한 관련 보도 자료임

中 분유업계 규제 강화에 따른 M&A로 판도 격변

[2014.05.30 뉴스핌(Newspim)]

중국 정부가 분유 업체에 대한 생산허가증 갱신 심사작업을 31일 마무리하면서 과반수의 업체가 퇴출할 것이란 소식이 전해졌다...(중략)... 중국 국가식품약품감독관리총국은 품질불량 문제가 끊이지 않는 분유업계 정돈을 위해 작년 12월 '영유아제조분유 생산허가심사 세칙(이하 세칙)'을 발표...(중략)...△기업품질안전관리제도 △생산설비시설 △생산인력의 자질과 소양 △환경 관리 및 자체 연구개발 능력 등을 골자로 분유생산 요건을 기존보다 대폭 상향조정했다. ...(중략)... 이 세칙에는 분유업체가 제품 생산만 하는 것이 아니라 자체적으로 원유 품질안전과 안정적 공급을 보장하며, 정보화 관리 시스템과 생산추적시스템을 구축하고 반품(리콜)제도를 마련하도록 하는 등 까다로운 요구사항이 제시돼 있기 때문이다. 전문가들은 "자체적으로 품질이 우수한 원유를 생산하는 기업이 향후 업계 시장경쟁에서 유리한 고지를 점할 것"이라고 말했다...(중략)...

- ☑ 업계에서는 이를 '영·유아 조제분유 GMP(우수제조적정기준)' 제정으로 간주
- ☑ HACCP 및 GMP 관리체계 실시, 원유 품질안전관리, 제품의 이력추적제도 수립을 통한 원료 구매-제품 판매 전 단계의 효과적 관리 등 요구
- ☑ 신규세칙의 주요 내용은 다음과 같음

1. HACCP 및 GMP 관리체계 실시
2. 생유를 원료로 하는 생산기업은 반드시 자체적으로 사육장을 갖추어 생유의 품질 안전 보장, 전지 및 탈지분유를 원료로 하는 생산기업은 원유 출처 자체 관리
3. 생산 및 관리 수준(특히 원재료의 구매기준)의 전면 제고
4. 기업은 연구개발능력을 갖추고 자체적인 연구기관과 검사기관 설립
5. 제품의 이력추적제도를 수립하여 원료 구매부터 제품 판매에 이르는 모든 단계에 대한 효과적인 관리 필요

- ☑ 이에 따라 이리 실업 그룹 유한공사는 2012년까지 90억 위안을 투자하여 원유기지 건설, 안정적인 고품질 원유 공급 기지 구축
- ☑ 명뉴 유업은 원료에서 완제품 생산에 이르는 전 과정에 대하여 이력추적체계 구축

- 조제분유 생산·관리에 대한 중국 정부의 요구사항이 증가함에 따라 조제분유 생산단계 안전성이 기본적으로 확보되어야 하며, ICT 융합기술을 이용한 품질·안전 표준관리시스템 개발, 수출국에 최적화된 생산 이력제 시스템 구축 및 중국 유통환경에 적합한 포장 연구 등이 대중국 조제분유 수출을 위한 필수적인 요소가 되었음
- ☑ 조제분유 생산단계 안전관리를 통한 안전한 제품 생산 필수
- ☑ 중국 내 분유 생산업계 규제 강화에 따라 정보화 관리 시스템 및 이력추적 시스템 구축이 기본 요구사항으로 제시, ICT 융합연구를 통한 품질안전관리 관련 기술 개발 시급
- ☑ 수출형 조제분유의 안전한 유통을 위한 제품 포장 및 소비자 안심 포장 연구 또한 필수적

- 이와 같은 중국 조제분유 생산 요건에 부합하는 맞춤형 기술 개발을 통하여 국내 조제분유의 해외 수출을 위한 기반을 구축하고 국내 기업의 수출 노하우 향상에 기여할 수 있음

1-3. 연구개발 범위

조제분유 수출 전략에 따른 영양·안전·품질 기반 구축 및 산업화

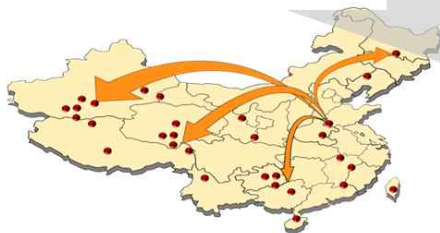
대중국 수출전략 수립

- 아시아권 영·유아 영양·안전관리 통합 DB 구축
- 중국 수유부 대상 현지 설문조사 및 시장 트렌드 분석
- 중국 조제분유 시장 진입 전략 체계화

프리미엄 제품개발



관리시스템 구축



현지 전문 서비스 제공

- 수출국 소비자 대상 현지 전문 서비스 방안 수립
- 민간 서비스 제공 및 성과평가

해외시장 공략을 위한
대중국 수출
마케팅 전략 수립

국내 조제분유의
해외 수출을 위한
과학적·체계적 기반 구축

맞춤형 조제분유 수출을
통한 국내 식품산업의
글로벌 경쟁력 제고

낙농산업 부가가치 및
국내 조제분유 생산 기업
수출 노하우 향상

2. 국내외 기술개발 현황

		코드번호	D-04
담당	주요 연구개발 목표 및 내용	기술개발 현황	
제 1세부 (매일유업)	아시아권 영·유아 영양·안전관리를 위한 통합 DB 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외로 통합 DB 구축한 실례는 찾을 수 없으나, 각 제조사별로 축적을 하고 있을 것으로 예상된다. ○ 과제를 통하여 매일유업에서 중국의 안전성 DB를 구축하였으며, 이를 통한 대중국 식품 및 유제품 수출에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 	
	중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 체계화	<ul style="list-style-type: none"> ○ Inovadatabase, 맥킨지, 민텔등 여러 컨설팅 기관에서 대중국 수출전략을 내어놓고 있지만 한국의 조제분유의 특징과 배경에 따라 중국의 향후 정책방향성에 맞춘 보고서는 없다. ○ 이번 보고서 내용이 조제분유 뿐만 아니라 대중국 수출전략 제품에 도움이 될 것으로 예상된다. 	
	중국 모유 영양조성 분석 자료 기반 맞춤형 조제분유 영양 밸런스 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 모유연구는 중국 내와 해외에서 여러 논문들이 출간되었지만, 자국은 현재 보고서로 나온 이력이 없다. ○ 논문데이터 뿐만 아니라 실제로 모유분석 결과를 토대로 조제분유 설계방향을 제시해 줄 수 있을 것으로 예상된다. 	
	대중국 수출전략 형 프리미엄 조제분유 제품개발 및 제품군 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 2,000여개가 넘는 브랜드들이 중국내 시장에 존재하지만 조제분유 배합비등록 법규와 이에 따른 제품의 안전성, 과학성을 입증 할 수 있는 제품군이 2018년도부터 생존할 수 있다. ○ 과제 수행을 통한 제품의 과학적 근거마련을 통해 향후 제품 운영에 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 	
	중국 소비자를 위한 현지 서비스 제공 및 성과 평가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 기업들은 중국 소비자들에게 여러 콘텐츠로 서비스를 제공하고 있지만 중국과 같은 아시아 국가인 한국에서는 변성, 수유, 모유분석 등과 같은 콘텐츠를 제공함으로써 중국 소비자들에게 좀 더 친밀하게 다가갈 수 있을 것으로 판단된다. 	
	조제분유 첨가 유산균의 생존율 강화 및 기능성 보존 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 내 조제분유에 첨가 가능한 유산균들을 대상으로 한 안정성 연구는 진행되고 있으나, 유산균 단독 생존율에 대한 연구가 대부분이다. 따라서 분유 내 조성에 맞는 구성비율 및 다양한 소재와의 조합에 의한 안정성 검증이 필요한 실정이다. 	
제 1협동 (고려대학교 김영준 교수)	조제분유 첨가 유산균의 영·유아 장내개선 및 면역증강 효과 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 내 조제분유에 사용가능 한 유산균들은 안전성이 기 확보된 소재들로, 기능성에대한 연구들 대부분이 성인을 대상으로 수행되어져 왔고, 유아를 대상으로 하는 연구들의 경우 임상을 통한 기능성 연구에 초점이 맞춰져있어, 기능성에 대한 원인을 파악하기 힘들다. 	

담당	주요 연구개발 목표 및 내용	기술개발 현황
	<p>조제분유의 안전관리 위험요소 분석 및 제어전략 수립</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2008년 멜라민 파동, 2009년 대두증 분유, 2010년 성조숙증 유발 분유, 2011년 피혁 분유 등 이후 중국산 영유아식에 대한 중국 내 소비자 불신이 확산되면서 중국 내 수입 분유시장은 성장세를 나타내고 있으며, 특히 철저한 안전관리를 통해 제조된 조제분유에 대한 수요가 증가하고 있어 안전성 확보 기반 기술 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. ○ 반면 대중국 수출용 조제분유의 기준규격 관리 대상 중 질산염/아질산염의 경우 조제분유 안전관리 측면의 연구 현황 분석이 이루어진 바 없다. 이에 해당 요소에 대한 명확한 위해 정보를 기반으로 안전관리 전략을 수립하기 위하여 관련 자료의 종합 수집·분석이 요구 된다.
<p>제 2협동 (고려대학교 이민석 교수)</p>	<p>조제분유 생산공정에 적용 가능한 전방위형 미생물 제어 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열저항성을 보유한 미생물은 조제분유 생산 공정 내 생존 가능성이 있으며, 일반적인 유제품 공정에서의 관리 필요성이 제시된 바 있으나 조제분유의 경우 살균 외에도 농축, 분무건조 등 다양한 열 살균 처리가 가능한 공정이 존재하기 때문에 조제분유 생산 단계 중 존재하는 미생물에 대한 연구는 미진한 실정이다. ○ 질산/아질산염을 포함한 질산화합물은 수중, 토양 등 환경 내에서 미생물의 대사에 의해 순환하며 다양한 미생물에 의한 질산 대사 관련 연구가 진행된 바 있다. 그러나 조제분유 내 미생물의 질산 대사에 대한 연구가 전무하여 대사 특성 및 제어 방안에 대한 연구가 필수적이다. 특히 조제분유의 가공 처리에 저항성을 가지는 미생물의 발굴과 해당 미생물에 최적화된 가공 단계 미생물 제어 전략의 적용이 필요하다.
	<p>개발기술의 조제분유 생산단계 현장 적용 최적화</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 완제품 검수 중심의 병원성 세균 및 질산/아질산염 관리체계에 조제분유 생산단계 내 존재 가능한 미생물의 위해 특성을 고려한 관리체계 도입이 필요하며, 이를 기반으로 한 공정 또는 CIP 조건 선정이 요구된다. ○ 소비 단계의 미생물학적 위해를 예방하고자 관련 가이드라인이 제공되고 있으며, 수화·보관·재가열 등 수화된 분유에 의한 병원성 미생물의 생존·사멸 실증 연구가 주로 이루어진 반면 소비자 개인위생 및 분유 취급 도구의 위생과 관련된 연구가 미진한 실정이다. 이에 생산 단계뿐만 아니라 소비 단계의 미생물학적 위해를 예방·관리할 수 있는 전략의 제공이 요구된다.

담당	주요 연구개발 목표 및 내용	기술개발 현황
<p>제 3협동 (고려대학교 이광원 교수)</p>	<p>조제분유 생산단계 당화산물 생성 양상 및 영향 분석</p> <hr/> <p>당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 10년간 발표된 국내의 학술논문의 내용을 보면 모유와 분유 내의 분석 및 모니터링 결과가 주된 내용이었다. 연구 내용은 실제로 열처리를 거친 조제분유는 ELISA 분석 시 모유에 비해 35배 많은 CML이 검출 되었으며 GC-MS/MS로 분석 시 70배까지의 함량차가 보였다. ○ 조제분유의 생산 단계별 생성 양상에 대해 확인을 한 연구내용은 없었으며 본 연구진이 분무건조 후 당화산물의 생성이 증가하는 것을 확인 하였다. ○ 국외에서 발표한 연구 내용을 보면 조제분유의 저장 기간 중 당화산물의 변화를 살펴 최적의 기한을 찾는 연구가 진행 되었으며, 분유 내의 원료에 의한 당화산물 생성관계를 다룬 연구들이 진행되었다. 이러한 당화산물 생성 제어에 대해 본 연구진은 분무건조에 대한 최적 조건을 설정하였으며, 조제분유 내 첨가물의 최적 배합비를 설정하여 당화산물 생성을 최소화 하는 조건을 확인하였다.

담당	주요 연구개발 목표 및 내용	기술개발 현황
	<p>중국 유통환경에 적합한 제품 포장 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국에서는 고급 수입 조제분유 제품에 대한 수요가 증가하고 있고(수입 브랜드 전체 시장 점유율 50% 이상), 우리나라의 우수한 제품이 수용될 가능성이 높으나, 중국의 환경과 기후조건을 고려한 유통환경 조사연구가 미흡하다. ○ 중국의 기후변화에 대한 자료는 있지만 고도, 기온, 습도에 따른 조제분유 포장의 안전성에 대한 연구는 거의 없으므로 유통환경 조사는 제품의 적합한 포장 선택 시 기본데이터로 활용함으로써 포장의 안전성을 확보 할 수 있다.
<p>제 4협동 (경남대학교 이동선 교수)</p>	<p>판매 확대를 위한 소단위 포장형태 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유의 유통기한을 설정하기 위해 필요한 품질요소가 정해져 있지 않으며, 기존의 유통기한은 타 회사 제품의 관행이나 유사 식품의 품질변화 요소에 따르고 있음 ○ 소단위 포장 연구는 주로 신선과채류 및 발효식품 분야에 집중되어 있으며, 분유와 같은 건조식품에 대한 자료는 없다. ○ 조제분유의 품질요소 파악은 소단위 포장형태 설계와 포장기법 선택에 필요한 정보이며, 변형기체 포장, 향산화포장, 포장단위구성에 적용할 수 있다.
	<p>수출국 소비자 안심 포장 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2008년에 시작된 멜라민 분유 파동 이후 중국산 분유의 안전성 논란이 지속적으로 발생하여 자국 제품에 대한 소비자 불신이 확산되면서 수입제품에 대한 수요가 증가하고 있다. ○ 조제분유의 중국 수출을 위해서는 소비자 편의성 및 안전성이 보장된 포장형태가 필요하며, 2008년부터 포장의 안전성이 강조된 유니버설 포장 디자인에 대한 기술적 보고가 다수 있으나 분유 포장과의 연관성은 낮다. ○ 2013년부터 중국 정부의 수입산 영·유아 조제분유 관리감독 강화로 수출국 유통포장에서 안전성 관련 규제와 포장재 유래 첨가물 오염 방지를 위한 식품 위생적 규제 조사가 체계적으로 이루어져 있지 않다.

담당	주요 연구개발 목표 및 내용	기술개발 현황
	<p>맞춤형 조제분유 생산을 위한 배합 표준프로그램 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유의 배합관련 기본정보로는 투입 재료의 종류 및 각각의 이화학적 특징, 투입 재료간의 비율, 투입 비율 변화에 따른 제품의 품질 변화, 재료 투입 가능 범위, 배합정보 관련 변경 이력 정보 등을 확인할 수 있으며, 이를 통한 개선점 도출이 필요하다. ○ 현재 재료별 성분의 함량 정보 확인, 제품 처방 구성, 성분 함량 계산, 국가별 기준과 비교, 적부판정, 시제품 생산의 프로세스로 진행 중이며 배합 정보 이력 및 국가별의 성분기준의 관리가 필요하다.
<p>제 5협동 (주) 인터페이스)</p>	<p>출고 인증시스템 표준화 작업 및 관련 프로세스 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산/품질관리 관련된 국제 및 중국의 관리 기준과 표준화를 위한 고려사항, 기존의 출고 인증 관련 프로세스 및 시스템에 대한 자료의 수집 및 분석을 통하여 시스템의 설계 기반을 마련하여야 한다.
	<p>수출국에 최적화된 생산이력제 시스템 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산이력의 DB 구축을 위한 수출국(중국)의 기준 및 규정에 대한 자료 분석 및 필수 요구사항 등의 적용방식 등 데이터베이스의 모델링이 마련되어야 함. ○ 생산이력정보 관리시스템의 구성방식 및 정보 연계방식이 결정되어야 하며, 향후 시스템의 발전방향을 염두에 둔 시스템 구성방안의 결정이 필요하다.

3장 연구수행 내용 및 결과

코드번호 D-05

1절 연구개발 추진전략 및 방법

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
국내 조제분유의 해외시장 공략을 위한 대중국 수출전략 수립	○ 한·중 영·유아 영양권장량 법규 조사	○ GB 법규/CODEX/식품공전 등을 토대로 성분별 첨가 허용 원료, 첨가 최소 요구량 및 첨가 허용 최대량 조사
	○ 검역 규범, 법규, 현황 조사	○ AQSIQ(수출입안전국) 및 aT센터 자료 분석을 실시하여 조제분유 수출 시 원활한 업무진행을 위한 주요 관리 포인트 분석
중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 개발 및 전문 제품군 구축	○ 모유영양조성 학술 DB 및 실험결과를 토대로 한 맞춤형 영양밸런스 체계 구축	○ 'scholar.google.com'을 통해 학술 자료 검색, 분석하여 모유 수유 시기별 단백질, 지방, 유당, 루테인 함량에 대한 연구 진행 ○ 연구 결과를 통한 제품화 설계 진행(애사락 금전명작 2016년 07월 출시)
	○ 대중국 수출전략 형 프리미엄 조제분유 제품개발 및 제품군 구축	○ 중국의 식이습관 및 유통환경을 고려한 중국 영/유아 맞춤형 조제분유 개발
		○ 연구 기술적용을 통한 제품 설계 및 실효성 검증
○ 중국형 조제분유 전문 제품군 구축(연령별, 단계별)		
수출국에 전문화된 서비스 방안 수립 및 민간 서비스 제공	○ 정립된 서비스 방안을 활용한 중국 소비자 서비스 제공	○ 아기똥 솔루션, 아기 민감도 테스트, 모유수유 솔루션, 아기영양 셀프 진단을 매일유업이 운영하고 있는 'absocn.com'에 구현
영유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발	○ 유산균 조성물 개발 및 특성검토	○ 유산균과 올리고당 후보 물질을 선정하여 유산균 생존율을 높일 수 있는 조성물 탐색
	○ 균주선별 및 장관생존 적합성 확인	○ 생존율 강화를 위해 선별된 조성물을 장관 유사 배지에서 배양하여 적합성 확인 ○ 장관 유사 배지에서의 병원성 미생물에 대한 생육 억제능 확인
	○ 선별된 유산균 및 올리고당의 이유자돈 장내개선 및 면역증강 기능성 확인	○ 이유자돈의 성장 지표, 분변 지수, 혈액 지표 및 혈중 면역 글로불린 농도 확인 ○ 분변 내 생균수 분석 및 RT-PCR을 이용한 장내 균총 분석

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
영유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설치류 colitis 유도 모델을 이용한 장내개선 및 면역증강 검증 ○ 간이임상실험 대체를 위한 이유자돈의 장내개선 및 면역증강 효능 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 질환활성도, 분변 지수 및 colon 길이 등을 확인하여 유산균 및 올리고당의 colitis 예방 효과 검증 ○ 올리고당 조합에 의한 상승효과는 미비하여 유산균 단독으로서의 예방 기작 검증 ○ 중국 외부로의 시료 반출 및 수거가 어려운 요건으로 인해 간이임상실험을 이유자돈을 대상으로 한 실험으로 대체하여 수행 ○ In vitro fermentation을 통해 올리고당이 장내 미생물 환경에 미치는 영향을 확인 ○ 2차년도에 수행한 이유자돈 실험의 급여량을 실제 조제분유에 첨가하는 비율로 조정하여 수행
대중국 수출용 조제분유의 생산단계 안전성 확보 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 안전관련 국제 이슈 및 위험요소 분석을 위한 국내외 조제분유 안전성 관련 학술/유관기관/언론보도 자료의 수집·분석 ○ 대중국 수출용 조제분유와 관련된 위해 기술서 개발 ○ 조제분유 위험요소 제어전략 수립을 위한 조제분유 생산 단계별 미생물 정량·정성 분석 및 분리균주 확보 ○ 조제분유 생산현장 분리균주의 생리·생화학적 특성 연구 ○ 조제분유 생산공정의 위해 예측을 위한 연구모델 정립 및 평가 ○ 관계법령 및 현장 제조라인을 고려한 조제분유 생산단계 미생물 제어 기술 개발 ○ 조제분유의 생산-소비 전 단계 대상 안전관리 시스템 확립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최근 10년 간 관련 학술자료 분석을 통한 위험요소별 분석 사례 및 제어 기술(저감화 기술, 검출법 등) 개발 현황 조사, 언론보도 자료 분석을 통한 주요 이슈 파악 ○ 국내외 유관기관의 조제분유 안전관리 관련 자료 분석을 기반으로 한 연구 분야 도출 ○ 조제분유 생산단계 안전관리 측면의 위해 정보가 부족한 위험요소 관련 자료 종합 분석 ○ 대중국 수출용 조제분유 생산공정의 각 단계별 샘플 중 미생물 정량·정성 분석 및 단일 분리균주 확보 ○ 분리균주의 질산 대사 및 열저항성 포자 형성 특성 분석을 통해 주요 관리 대상 선정 ○ 단시간 고온 열처리 시뮬레이션 모델 시스템 노출 평가를 통한 살균효율 검증 ○ 질산 대사 가능 분리균주의 생장 가능 배양 환경 조성을 통한 생산 특성 연구 ○ 조제분유 생산공정 중 주요 관리 대상균 제어를 위한 항균 기능성 물질 활용 기술 개발 ○ 가공 단계 이후 반제품·완제품 대상의 제어 기술 적용 및 평가 ○ 주요 위험요소에 대한 연구 결과를 반영한 안전관리 전략 제공 및 안전성 검증 체계 도입, 운영(실효성 검증) ○ 조제분유 소비단계 위해 예측을 위한 [소비자-분유 취급 도구-분유] 교차오염 시뮬레이션 연구 및 관련 위해 예방 전략 마련

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
조제분유 생산단계 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발	○ 조제분유 내 당화산물 분석 조건 확립	○ GC-MS와 HPLC를 이용하여 조제분유 내 당화산물 농도를 분석
	○ 조제분유 생산 공정 단계별 당화산물 모니터링	○ GC-MS와 HPLC를 이용하여 조제분유 내 공정별로 채취한 시료의 당화산물 농도를 분석
	○ Cell culture를 통한 당화산물 안전성 평가	○ 각 cell에 acrylamide, CML 처리하여 MTT assay 진행
	○ 분유모델시스템의 개발	○ 당화산물 함량이 높은 항목의 유당과 유단백질 배합 비율을 기준으로 한 분유모델시스템 설계
	○ 분유모델시스템을 활용한 당화산물 저감 방안 개발	○ '반응표면분석 통계 기법(RSM 통계 기법)을 이용하여 다중 변수에 대한 당 Lab-scale 모델 개발 및 당화반응을 측정하고 조제분유 내 당화산물 생성을 최소화할 수 있는 저감 조건 선정
유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출형 조제분유 포장 전략 연구	○ 중국수출용 조제분유 유통환경 현황 조사	○ 중국 현지 조제분유 9종에 대해 900 g과 400 g 기준으로 포장 현황 조사 분석(9개 브랜드) ○ 중국 현지 11개 도시를 기준으로 유통기후 조건 조사(수증기 차단성 및 압력균형 자료로 활용)
	○ 중국 유통환경에 적합한 조제분유 제품의 포장요구도 결정	○ 조제분유의 흡습특성과 포장의 수분차단 요구도 파악 ○ 제품 보호요구도 구명을 위해 20, 30, 40°C에 조제분유를 저장하면서 저장기간에 따른 품질변패인자 확인(산화허용범위 결정)
	○ 소단위 포장의 크기와 조건 결정을 위한 수출국 소비자의 소비형태조사	○ 조제분유의 사용빈도 및 소비량에 소규모(37명), 전문가, 대규모(2,131명) 포장기호도 설문조사
	○ 중국 수출용 조제분유 포장의 설계 및 특성 평가	○ 0.5~2년의 유통기한 중 품질보존을 위한 수증기 및 산소 차단성 설계 ○ 유통 환경에 따른 변형기체포장조건 설계 및 반응특성
	○ 포장의 보호성과 기능성에 따른 저장유통기한 결정	○ 유통환경에서의 온도와 포장 산소농도에 따른 조제분유의 저장수명 설정 모델 확립 ○ 변형기체포장/기능성포장에 따른 품질보존향상 및 유통기한 연장효과: 고CO2 포장에 의한 bifidobacteria수의 2배 증가, ascorbic acid 첨가항산화성 포장이 산화도 약 40% 저감

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출형 조제분유 포장 전략 연구	○ 수출국 유통포장에서의 안전성 위험요소 파악 및 관련 규제 조사	○ 유통과 소비자 사용에서의 포장 안전성 위험성 요소로 5개 부분 파악 ○ 조제분유의 안전성 관련 규제 조사: 식품위생측면 및 제조물 책임법 관련 ○ 편의성 및 안전성 포장에 대한 자료 조사
	○ 포장단위별 구성/사용 방법 최적화 및 소비자 기호도 조사	○ 1차/2차 포장의 조합, 변형기체, 기능성포장 등에 따른 품질변화를 측정하고, 특정 포장 조건에 대해 관능평가 실시
	○ 편리하고 안전한 포장 디자인 개발	○ 소비자 사용 편의성 및 품질 보호성을 갖는 포장 디자인 개발 및 저장성 평가
	○ 개발포장의 현지 유통 실증시험	○ 최종적으로 높은 가능성을 갖는 개발 고CO2 포장을 현지 유통을 고려한 조건에서 현지 소비자 기호도 평가를 수행함
ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산유통단계 품질안전관리 시스템 구축	○ 사용자 인터페이스 설계 ○ 배합 표준 프로그램 개발	○ 기존 배합 관리용 업무의 분석을 통한 개선점을 반영하여 알고리즘을 도출, 사용자 인터페이스를 설계 구축 ○ 대한민국 전자정부의 표준프레임워크의 플랫폼을 사용한 웹 기반의 조제분유 배합 정보 관리 시스템을 개발 및 최적화 시행
	○ 출고 인증시스템 및 DB구축	○ 기존 출고 인증시스템의 분석을 통하여 개선사항을 도출하고 시스템 표준화와 새로운 프로세스를 설계 ○ 출고 인증을 위한 내용을 문서단위로 처리하여 출고 승인을 하는 관리 시스템의 구축
	○ 생산이력 관리시스템의 DB구축	○ 중국 및 국제 국가품질보증체계의 분석을 통한 필수 요구사항을 도출하여 생산이력 정보 DB를 구축 ○ 생산이력제 시스템 구성 정보와 중국 정부에서 요구하고 있는 원료, 분류 전자 정보 추적 응용 시스템의 구성요소를 최대한 반영한 데이터베이스의 모델링 진행
	○ 생산이력 관리 시스템의 구축 및 적용성 평가	○ 생산이력 정보와 세부 카테고리 구분된 정보의 조회가 가능하도록 구성 ○ 향후의 바코드 및 RFID의 구성 시에 시스템의 변경이 최소화될 수 있도록 고려하여 구축 ○ 현재의 시스템 구성을 기반으로 정보연계는 문서유통을 기반으로 구성

2절 연구개발 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	조제분유의 수출 전략에 따른 영양 안전 품질 기반 구축 및 산업화	주관연구책임자(김용기) 외 총 80명

기관 참여 현황		
구분	연구기관수	참여연구원수
기업	3	32
대학	5	49



위탁연구기관 (1위탁 한국갤럽) (2위탁 성균관대학교)
중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 체계화
1위탁 연구책임자(박병일) 외 3명 2위탁 연구책임자(김용준) 외 11명
담당기술개발내용
중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 수립

3절 연구개발 추진일정

일련 번호	연구내용	추진 일정									
		1차년도	2차년도	3차년도							
1	국내 조제분유의 해외시장 공략을 위한 대중국 수출전략 수립	중국 현지 소비자 조사 및 수출전략 수립									
		신제품 반응 조사 분석									
2	중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 개발 및 전문 제품군 구축	중국 모유 영양조성 분석									
		종합적인 연구 기술 적용을 통한 제품 설계 및 실효성 검증									
		중국형 조제분유 전문 제품군 구축									
3	수출국에 전문화된 서비스 방안 수립 및 민간 서비스 제공	중국 소비자 대상 민간 서비스 제공 및 평가									
4	영유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발	유산균 조성물 개발 및 특성검토									
		균주 선별 및 조제분유 내 적합성 확인									
		이유자돈 장내개선 및 면역증강 기능성 확인 설치류 colitis 유도 모델을 이용한 장내개선 및 면역증강 기능성 확인									
		간이임상실험 대체를 위한 이유자돈의 장내개선 및 면역증강 효능 검증									
5	대중국 수출용 조제분유의 생산단계 안전성 확보 기술 개발	국내외 조제분유 안전 관련 자료 분석을 통한 위험요소 도출									
		조제분유의 생산-소비 전 단계 안전관리 기반 연구 분야 도출									
		조제분유 주요 생산공정 단계별 미생물 모니터링									
		조제분유 생산현장 분리균주의 특성연구									
		중국시장 맞춤형 조제분유 살균기술 개발									
		조제분유 공정 대상 미생물 제어 기술 도입 전략 수립									
		조제분유 생산단계의 미생물학적 안전관리 시스템 구축									
6	조제분유 생산단계 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발	조제분유 생산단계 당화산물 생성 양상 및 영향 분석									
		당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발									

일련 번호	연구내용	추진 일정			
		1차년도	2차년도	3차년도	
7	유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출형 조제분유 포장 전략 연구	중국수출용 조제분유 유통환경 현황 조사	■		
		중국 유통환경에 적합한 조제분유 제품의 포장요구도 결정	■		
		소단위 포장의 크기와 조건 결정을 위한 수출국 소비자의 소비형태조사	■		
		중국 수출용 조제분유 포장의 설계 및 특성 평가		■	
		포장의 보호성과 기능성에 따른 저장유통기한 결정		■	
		수출국 유통포장에서의 안전성 위험요소 파악 및 관련 규제 조사		■	
		포장단위별 구성/사용 방법 최적화 및 소비자 기호도 조사			■
		편리하고 안전한 포장 디자인 개발			■
		개발포장의 현지 유통 실증시험			■
8	ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산유통단계 품질안전관리 시스템 구축	배합 표준프로그램의 적용 및 평가	■		
		출고 인증 시스템 업무 적용성 평가		■	
		생산이력관리시스템 가동 및 최적화		■	
		시스템 산출물 관리 방안 마련	■		

4절 연구개발 수행 결과

PART I 국내 조제분유의 해외시장 공략을 위한 대중국 수출전략 수립

[제 1세부(주관): 매일유업]

1. 아시아권 영·유아 영양·안전관리를 위한 통합 DB 구축

1.1. 식품 법을 기준으로 한 한·중 영·유아 영양권장량 비교분석

1.1.1. 식품 및 조제분유 관련 중국 법규의 이해

1.1.1.1. 중국 식품안전 표준

- 연구 계획단계에서부터 한국 및 중국 법규를 토대로 영·유아 조제분유 및 조제식의 영양성분 권장량과 관련된 자료를 수집·분석하여 DB를 구축하고 중국 시장 진입 시 법률적 측면의 주요 고려사항을 도출하고자 하였다.
- 제조사가 생산한 제품을 소비자에게 판매하기 위해서는 관련 법규에 대한 이해가 충분히 있어야 되는 것은 필수적이다. 더욱이 수출을 하는 제품일수록 수출대상 국가의 법을 따라야 한다. 최근 식품관련 안전이슈로 인해 식품법이 활발히 제·개정 되는 중국의 식품관련 기본 법규인 식품안전법에 대한 고찰을 해보고자 한다.
- 중국은 종합적인 생산부터 판매과정까지 식품 관련 법률이 부재하였으며, 2005년 전국인민대회에서 그 필요성이 제기되었다. 결정적으로 2008년 멜라민 분유 파동이후 식품안전사고의 예방과 법률적 책임 마련이 시급해 짐에 따라 2009년 6월 1일 부로 식품안전법을 제정하였다. 식품안전법은 국무원 위생행정부에서 제정 및 공포를 관할하고 있으며 2015년 식품안전법의 관리 수준을 향상시키기 위해 개정을 공포하였다(2015년 10월 1일 시행). 이는 2009년 식품안전법이 제정되었음에도 불구하고 식품안전 사고가 지속적으로 발생되었으며 위법행위 업체에 대하여 엄하게 처벌되기를 요구하는 사회 각계 의견을 수렴하여 안전관리를 강화는 위한 법 개정을 단행한 것으로 해석된다.
- 식품안전법 중 주요 개정 내용은 표 10과 같다. 아래 표에서 도출해 낼 수 있는 점은 영유아식품에 관한 내용이 제, 개정 되었다는 것이다. 이는 자국민의 자국 식품에 대한 불신과 넘쳐나는 해외업체들로부터 철저한 관리와 제도를 통해 해소하기 위함으로 해석된다.

관리제도

- (1) 영유아배합식품(조제분유)를 특수식품 카테고리로 분류(개정)
- (2) 배합비율을 식약총국에서 허가토록하고, 허가 시 배합근거 및 과학성, 안전성 등 관련 자료 제출(신설)
- (3) 소분포장 금지, 동일기업에서 동일한 원료배합비율로 2종의 제품명으로 생산하지 못함(신설)
- (4) 식품 추적관리제도 구축(신설)
- (5) 식품생산경영책임을 완성(개정)-생산부분에서 유통 및 이력추적 부분까지 추가됨
- (6) 지방정부의 식품안전 책임 강화
- (7) 농산물 관리·감독 강화
- (8) 노점상 관리·감독 강화

처벌제도

- (1) 30배 벌금 등 위법한 식품 생산경영에 대한 처벌 강화 및 구체적 행위 제시(개정)

기타

- (1) 온라인 식품경영자의 실명제 등록 및 책임 부여(신설)

표 14. 식품안전법 신,구 대조표

현행(2009)	개정안(2015)
식품 추적관리제도 구축	
<신설>	제42조 국가는 식품안전 전 과정에 대한 추적관리제도를 구축한다. 식품생산경영자는 반드시 본 법의 규정에 따라 식품안전 추적관리시스템을 구축하여 식품의 이력추적을 보장해야 한다. 국가는 식품생산경영자가 정보화 수단을 통해 생산경영 정보를 수집하고 보존하며 식품안전 이력추적 시스템을 수립하는 것을 장려한다. 국무원 식품약품관리감독부처는 국무원 농업행정부처 등 관련부처와 협조하여 식품안전 전 과정에 대한 이력추적 협력 시스템을 구축한다.

인터넷으로 식품을 판매하는 제조자는 실명등록 의무화

<신설>

제62조

온라인 식품 거래 제3자 플랫폼 제공자는 온라인 식품경영자에 대해 실명 등록을 시행하여 식품 안전에 대한 관리 책임을 져야 한다. 법에 따라 허가증을 취득한 경우라도 허가증을 검사해야 한다. 온라인 식품 거래 제3자 플랫폼 제공자가 해당 온라인 식품경영자의 본 법 규정위반행위를 발견할 경우, 반드시 즉시 제지하고 소재지 현급 인민정부 식품약품감독관리부처에 즉각 보고해야 한다. 심각한 위반행위가 발견된 경우 즉각 온라인 식품거래 플랫폼 서비스를 중지해야 한다.

영유아 조제식품에 대한 감독 관리 강화

제42조

사전포장식품의 포장에는 반드시 라벨이 있어야 한다. 라벨에는 반드시 아래의 사항이 표기되어야 한다.

- 1) 명칭, 규격, 순수함량, 생산일자;
 - 2) 성분 혹은 첨가 성분표;
 - 3) 생산자의 명칭, 주소, 연락방식;
 - 4) 유통기한;
 - 5) 제품표준코드번호;
 - 6) 저장조건;
 - 7) 사용한 식품첨가제의 국가표준 중 통용명칭;
 - 8) 생산허가증 번호;
 - 9) 법률, 법규 혹은 식품안전표준이 필히 표기토록 한 기타 사항.
- 영유아와 기타 특정인원에 제공하는 주·부식품의 라벨링에는 반드시 주요 영양성분과 함량이 표기되어야 한다.

제67조

사전포장 식품의 포장에는 라벨에 다음 내용이 명시되어야 함.

- 1) 명칭, 규격, 함량, 생산일자
 - 2) 성분 혹은 배합원료표
 - 3) 생산자의 명칭, 주소, 연락방법
 - 4) 유통기한
 - 5) 제품표준번호
 - 6) 보관 조건
 - 7) 사용된 식품첨가제가 국가표준에서 통용되는 명칭
 - 8) 생산허가증번호
 - 9) 법률, 법규 혹은 식품안전표준에서 명시해야 한다고 규정한 기타 사항
- 영유아와 기타 특정집단에게 제공되는 주식보조식품의 라벨에는 주요 영양성분 및 관련 함량이 명시 되어야 한다. 식품안전국가표준은 특정식품 종류의 라벨 표시 사항에 대해 별도규정이 있으며, 식품안전국가표준의 규정에 따라 집행되어야 한다.

<p><신설></p>	<p>제74조 국가는 보건식품, 특수의학용도의 배합식품, 영유아 배합식품 등 특수식품에 대해 엄격한 감독관리를 시행한다.</p>
<p><신설></p>	<p>제80조 특수의료용도조제식품은 국무원 식품약품감독관리부처에 등록해야 한다. 등록 시, 제품 조제, 생산 공정, 라벨, 설명서 및 제품의 안전성, 영양 충족성과 특수의학용도 임상실험 결과 자료를 제출해야 한다. 특수의학용도조제식품 광고는 <중화인민공화국광고법>과 기타 약품 광고 관리와 관련된 기타 법률, 행정법규의 규정에 따른다.</p>
<p><신설></p>	<p>제81조 영유아조제식품 생산기업은 원료 입고부터 완제품 출고까지 전 과정을 컨트롤 하고, 출고된 영유아 조제식품에 대해 샘플검사를 실시해 영유아 조제식품의 안전을 보장한다. 영유아 조제식품을 생산하는데 사용하는 생유, 보조 재료, 식품첨가제 등은 법률, 행정법규의 규정 및 식품안전국가표준에 부합해야 한다. 영유아 조제식품을 생산에 있어 영유아 생장 발육에 필요한 영양성분을 지켜야 한다. 영유아 조제식품 생산 기업은 생산원료, 제품 조제 및 라벨 등을 성, 자치구, 직할시 인민정부 식품약품감독관리부처에 등록해야 한다. 영유아 조제분유 제품 조제는 국무원 식품약품감독관리부처에 등록해야 한다. 등록 시 조제 연구개발 보고 및 기타 조제의 과학성, 안전성을 입증하는 자료를 제출해야 한다. 소분 방식으로 영유아 조제분유를 생산할 수 없으며, 같은 기업에서 같은 조제로 다른 브랜드의 영유아 조제분유를 생산할 수 없다.</p>

<p><신설></p>	<p>제82조 건강기능 식품, 특수의학용도조제식품, 영유아조제분유의 등록인 혹은 검토인은 제출한 자료가 진실하다는 것을 책임져야 한다. 성급 이상 인민정부 식품약품감독관리는 등록 혹은 검토한 건강기능식품, 특수의학용도조제식품, 영유아조제분유 목록을 즉시 공표해야 하며, 등록 혹은 검토 과정에서 알게 된 기업, 상업 기밀을 지켜야 한다. 건강기능식품, 특수의학용도조제식품, 영유아 조제분유 생산 기업은 등록 혹은 검토한 제품 조제, 생산 공정 등 기술 요구에 따라 생산하여야 한다.</p>
<p><신설></p>	<p>제83조 건강기능식품, 특수의학용도 조제식품, 영유아 조제식품과 기타 특정집단에게 제공되는 주식보조식품을 생산하는 기업은 생산규모의 요구에 따라 생산한 식품과 맞는 생산질량 관리체계를 구축해야하고, 정기적으로 해당 시스템의 운영 상황에 대해 자가 검사를 실시하고, 효과적인 운영을 보장하며, 소재지의 현급 인민정부 식품약품감독관리부처에 보고서를 제출한다.</p>
<p>수출입 식품의 관리감독 강화</p>	
	<p>제91조 국가 출입국검사검역부처는 수출입식품안전에 대해 감독 관리를 시행</p>

<신설>

제94조

해외수출업체, 해외생산기업은 반드시 중국에 수출하는 식품, 식품첨가제, 식품관련제품이 본 법 및 중국 기타 관련 법률, 행정법규의 규정, 식품안전 국가표준의 요구에 부합함을 보증해야 하며 라벨, 설명서의 내용에 책임을 져야 한다.

수입업체는 해외수출업체, 해외생산기업 심사 제도를 수립하여 위의 조항이 규정하는 내용을 중점적으로 심사하며 심사에 불합격하면 수입해서는 안 된다.

수입제품이 중국 식품안전 국가표준에 부합하지 않거나 인체건강을 저해하는 증거가 있음이 발견된 경우 수입업체는 반드시 즉각 수입을 중단하고 본 법의 제63조에 의거하여 회수한다.

제65조

중국으로 식품을 수출하는 수출업체 또는 대리업체는 반드시 국가출입국검사검역부문에 비안 해야 한다. 중국경내로 식품을 수출하는 경외 식품생산기업은 반드시 국가 출입국검사검역부문에 등록해야 한다. 국가 출입국검사검역부문은 정기적으로 이미 등록된 수출업체, 대리업체와 이미 등록된 경외 식품생산기업 명단을 공포해야 한다.

제 96조

중국으로 식품을 수출하는 수출업체 또는 대리업체, 수입 식품의 수입업체는 반드시 국가출입국검사검역부문에 비안(등록)해야 한다. 중국으로 식품을 수출하는 해외식품생산기업은 반드시 국가 출입국검사검역부문에 등록해야 한다.

이미 등록한 수출 식품생산기업이 허위자료를 제공하거나 혹은 자신의 원인으로 인해 수입한 식품이 중대한 식품안전사고를 발생하게 했을 경우, 국가 출입국검험검역부처는 등록을 취소해야 하며, 이를 공고한다.

국가 출입국검사검역부문은 정기적으로 이미 등록된 수출업체, 대리업체, 수입업체와 이미 등록된 해외식품생산기업의 명단을 공포해야 한다.

<p>제66조 수입한 예비포장 식품은 반드시 중문라벨, 중문설명서가 있어야 한다. 라벨, 설명서는 반드시 본 법 및 중국 기타 유관법률, 행정법규의 규정과 식품안전 국가표준의 요구에 부합해야 하고 식품의 원산지 및 경내 대리업체의 명칭, 주소, 연락방식을 명기해야 한다. 예비포장 식품에 중문라벨, 중문설명서가 없거나 혹은 라벨, 설명서가 본 조 규정에 부합하지 않는 경우 수입해서는 아니 된다.</p>	<p>제97조 수입한 사전포장식품, 식품첨가제는 반드시 중문라벨이 있어야 하며 법에 따라 중문설명서가 필요한 경우에는 중문설명서도 있어야 한다. 라벨, 설명서는 반드시 본 법 및 중국 기타 관련 법률, 행정법규의 규정과 식품안전 국가표준 요구에 부합해야 하고 식품의 원산지, 중국 대리업체의 명칭, 주소, 연락방식 등을 기재해야 한다. 사전포장식품에 중문라벨, 중문설명서가 없거나 혹은 라벨, 설명서가 본 규정에 부합하지 않는 경우 수입해서는 아니 된다.</p>
<p><신설></p>	<p>제99조 수출식품 생산기업은 반드시 수출식품이 수입국(지역)의 표준 혹은 계약상의 요구에 부합함을 보증해야만 한다. 수출식품 생산기업과 수출식품원료의 재배 및 양식장은 반드시 국가 출입국 검사검역부처에 서류를 제출해야만 한다.</p>
<p><신설></p>	<p>제101조 국가 출입국검사검역부처는 중국으로 식품을 수출하는 국가 또는 지역의 식품안전관리체계와 식품안전상황에 대하여 평가와 심사를 진행할 수 있고, 평가와 심사 결과에 근거하여 그에 상응하는 관련 검사검역요구를 정할 수 있다.</p>
<p>30배 벌금 등 처벌강화 및 구체적 행위를 제시</p>	

제84조

본 법의 규정을 위반하고 허가를 득하지 않고 식품생산경영활동에 종사하거나 허가를 득하지 않고 식품첨가제를 생산하였을 경우, 관련 주관부문은 각자의 직책 분업에 따라 불법소득, 불법 생산 경영한 식품 및 식품첨가제, 불법생산경영에 사용된 기구, 설비, 원자재 등 물품을 몰수하며 불법 생산 경영한 식품, 식품첨가제의 가격이 1만 위안 이하일 경우 2천 위안~5만 위안의 벌금을, 그 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당금액의 5배 이상~10배 이하의 벌금을 부과한다.

제122조

본 법의 규정을 위반하여, 식품생산경영의 허가를 받지 않고 식품 생산·경영활동에 종사한 경우 혹은 식품첨가제 생산 허가를 받지 않고 식품첨가제 생산 활동에 종사한 경우, 현급이상 인민정부 식품안전감독관리부처는 불법소득과 불법 생산·경영된 식품, 식품첨가제, 불법 생산·경영에 사용된 도구, 설비, 원료 등 물품을 몰수한다.
 불법 생산·경영한 식품, 식품첨가제의가격이 1만 위안이 안 될 경우 5만 위안~10만 위안의 벌금을, 그 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당 금액의 10배 이상~20배 이하의 벌금을 부과한다.
 앞의 조항이 규정하는 불법 행위에 종사하였음이 분명하며 여전히 불법 행위를 위해 생산경영 장소 또는 기타 조건을 제공하는 경우, 현급이상 인민정부 식품약품감독관리부처는 불법 행위 중단을 명령할 수 있고 불법으로 취득한 일체를 몰수할 수 있으며 5만 위안~10만 위안의 벌금을 부과할 수 있다. 소비자의 합법적 권익을 침해한 경우 식품, 식품첨가제의 생산경영자에게 연대책임을 지도록 해야 한다.

제85조

본 법의 규정을 위반한 아래의 상황이 발생할 경우, 주관부문이 각자의 직책분업에 따라 불법소득, 불법 생산·경영한 식품 및 불법 생산·경영에 사용된 기구, 설비, 원자재 등 물품들을 몰수하며 불법 생산·경영한 식품 재화 가격이 1만 위안 이하일 경우 2천 위안~5만 위안의 벌금을, 재화 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당 금액의 5배 이상~10배 이하의 벌금을 부과하며 상황이 중대한 경우에는 허가증을 취소한다.

- (1) 식품원료가 아닌 것으로 생산한 식품 혹은 식품첨가제 외 화학물질을 첨가제로 사용한 식품, 혹은 회수식품을 원료로 생산한 식품을 생산·경영하였을 경우;
- (2) 병원성 미생물, 농약잔류, 동물용 약품 잔류, 중금속, 오염물질 및 기타 인체건강에 유해한 물질함량이 식품안전 표준제한을 초과한 식품을 생산·경영 하였을 경우;
- (3) 영양성분이 식품안전표준에 부합되지 않는 영유아와 기타 특정 인원에 제공하는 주·부식품을 생산·경영 하였을 경우;
- (4) 부패 변질, 유지 산화, 곰팡이로 인한 벌레 생성, 불결함, 이물질 함유, 가짜 함유 혹은 외관 이상이 있는 식품을 판매하였을 경우;
- (5) 병사, 독사 혹은 사인불명의 가축, 가금, 동물, 수산물의 육류를 판매·경영하였거나 병사, 독사 혹은 사인불명의 가축, 가금, 동물, 수산물의 육류를 생산하였을 경우;
- (6) 동물위생 감독기관의 검역을 거치지 않았거나 혹은 검역불합격 판정을 받은 육류를 판매·경영하거나, 혹은 검역을 거치지 않았거나 검역불합격 판정을 받은 육류제품을 생산하였을 경우;
- (7) 유통기간을 넘긴 식품;

제124조

본 법의 규정을 위반하여, 다음 상황 중 하나에 해당되거나 아직까지 범죄가 성립되지 않은 경우, 현금 이상 인민정부 식품안전감독관리부처는 불법소득과 불법 생산·경영된 식품, 식품첨가제, 불법생산·경영에 사용된 도구, 설비, 원료 등 물품을 몰수한다.

불법 생산·경영한 식품, 식품첨가제의 가격이 1만 위안이 안 될 경우 5만 위안~10만 위안의 벌금을, 그 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당 금액의 10배 이상~20배 이하의 벌금을 부과한다. 상황이 중대한 경우, 허가증을 취소한다.

- (1) 병원성 미생물, 농약잔류, 동물용의약품 잔류, 생물독소, 중금속 등의 오염물질과 방사능물질 및 기타 인체건강에 유해한 물질 함량이 식품안전 표준 제한량을 초과하는 식품과 식품첨가제를 생산·경영한 경우
- (2) 유통기한이 초과한 식품원료, 식품첨가제를 사용하여 식품, 식품첨가제를 생산·경영한 경우
- (3) 사용 범위나 제한량을 초과하여 식품첨가제를 첨가하여 식품을 생산한 경우
- (4) 부패 변질, 유지 산패, 곰팡이로 인한 벌레 생성, 불결함, 이물질 혼입 또는 관능·성상 이상의 식품, 식품첨가제를 생산·경영한 경우
- (5) 생산일자, 유통기한을 허위로 기재하거나 유통기한을 초과한 식품, 식품첨가제를 생산·경영한 경우
- (6) 등록된 보건식품, 특수의학용도의 배합식품, 영유아 배합분유를 규정에 따라 생산·경영하지 않은 경우 혹은 등록된 제품배합, 생산공정 등 기술 요구사항에 따라 생산하지 않은 경우
- (7) 분리포장의 방식으로 영유아 배합분유를 생산하였거나 하나의 기업이 동일한 배합으로 또 다른 브랜드의 영유아 배합분유를 생산한 경우

(8) 국가가 질병 등 특수원인에 따라 생산을 금지한 식품;

(9) 새로운 식품원료를 이용하여 식품생산에 종사하거나 혹은 식품첨가제의 신제품, 식품관련제품의 신제품 생산 활동에 종사하였으나 안전성 평가를 받지 않았을 경우;

(10) 식품생산경영자가 관련 주관부문의 리콜 명령이나 식품안전표준에 부합되지 않는 식품의 판매 중지 명령을 거절하여 리콜 혹은 판매정지를 하지 아니할 경우.

(8) 새로운 식품원료를 이용하여 식품 생산에 종사하거나 식품첨가제 신제품 생산에 종사하나 안전성 평가를 받지 않은 경우

(9) 식품생산경영자가 식품약품감독관리부처로부터 식품의 회수 또는 생산·경영중단 명령을 받은 후에도, 회수 또는 생산·경영을 중단하지 않는 경우 위의 조항과 본 법 제123조, 제125조가 규정하는 상황 이외에, 법률, 법규, 식품안전표전에 부합하지 않는 식품, 식품첨가제를 생산·경영하는 경우 위의 조항 규정에 따라 처벌한다.

식품관련제품 신제품 생산에 종사하나 안전성 평가를 통과하지 않은 경우, 혹은 식품안전표준에 부합하지 않는 식품관련제품을 생산한 경우 현금이상 인민정부 품질감독부처가 제124조 첫 번째 문단 규정에 근거하여 처벌한다.

제86조

본 법의 규정을 위반한 아래의 상황이 발생할 경우, 주관부문이 각자의 직책분업에 따라 불법소득, 불법 생산한 식품 및 불법 생산에 사용된 기구, 설비, 원자재 등 물품들을 몰수하며 불법 생산한 식품 재화 가격이 1만 위안 이하일 경우 2천 위안~5만 위안의 벌금을, 재화 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당금액의 2배 이상~5배 이하의 벌금을 부과하며 상황이 중대한 경우에는 허가증을 취소할 때까지 생산 및 판매의 중단을 책임지고 명령한다.

- (1) 포장재료, 용기, 운송도구의 의해 오염된 식품을 경영하였을 경우
- (2) 태그가 없는 예비포장 식품, 식품첨가제 혹은 태그, 설명서가 본 법의 규정에 부합되지 않는 식품, 식품첨가제를 생산 판매경영하였을 경우
- (3) 식품생산자가 식품안전표준에 부합되지 않는 식품원료, 식품첨가제, 식품관련제품을 구매, 사용하였을 경우
- (4) 식품생산경영자가 식품에 약품을 첨가하였을 경우.

제125조

본 법의 규정을 위반하여, 다음의 상황 중 하나에 해당될 경우 현급이상 인민정부 식품안전감독관리부처는 불법소득과 불법 생산·경영된 식품, 식품첨가제, 불법 생산·경영에 사용된 도구, 설비, 원료 등 물품을 몰수한다.

불법 생산·경영한 식품, 식품첨가제의 가격이 1만 위안이 안 될 경우 5천 위안~5만 위안의 벌금을, 그 가격이 1만 위안 이상일 경우 해당 금액의 5배 이상~10배 이하의 벌금을 부과한다. 상황이 중대한 경우에는 허가증을 취소할 때까지 생산 및 판매의 중단을 책임지고 명령한다.

- (1) 포장재료, 용기, 운송도구 등에 의해 오염된 식품, 식품첨가제를 생산·경영하였을 경우
- (2) 라벨이 없는 사전포장식품, 식품첨가제 혹은 라벨, 설명서가 본 법 규정에 부합되지 않는 식품, 식품첨가제를 생산·경영하였을 경우
- (3) 유전자 변형 식품을 규정대로 표기하지 않고 생산·경영하였을 경우
- (4) 식품생산경영자가 식품안전표준에 부합되지 않는 식품원료, 식품첨가제, 식품관련제품을 구매, 사용하였을 경우 생산 경영한 식품, 식품첨가제의 라벨과 설명서에 문제가 존재하지만 식품안전에 영향을 줄 정도는 아니고 소비자에게 오해를 야기하는 수준이 아닌 경우 현급이상 인민정부 식품약품감독관리부처는 시정을 명령하고 시정을 거부하는 경우 2천 위안 이하의 벌금에 처한다.

제87조

본 법의 규정을 위반한 아래의 상황이 발생할 경우, 주관부문이 각자의 직책분업에 따라 시정을 명령하고 경고한다. 시정하지 않는 경우에는 2천 위안~2만 위안의 벌금을, 상황이 중대한 경우에는 허가증이 취소될 때까지 생산판매 금지를 명령한다.

- (1) 구매한 식품원료와 생산한 식품, 식품첨가제, 식품관련제품에 대하여 검사를 진행치 아니하였을 경우
- (2) 검사기록제도, 출하검사기록제도를 수립하지 아니하였거나 준수하지 아니하였을 경우
- (3) 식품안전 기업표준을 제정하였으나 본 법의 규정에 따라 비안을 진행하지 아니하였을 경우
- (4) 규정된 요구에 따라 식품을 저장, 판매하지 아니하였거나 창고를 정리하지 아니하였을 경우
- (5) 입하시점에서 허가증과 관련 증명문건에 대하여 검사를 진행하지 아니하였을 경우
- (6) 생산한 식품, 식품첨가제의 태그, 설명서 중 질병예방, 치료기능이 언급되었을 경우
- (7) 본 법 제34조에 열거한 질병을 갖고 있는 인원을 즉석식품 접촉업무에 종사토록 배치하였을 경우.

제126조

본 법의 규정을 위반하여, 다음의 상황 중 하나에 해당될 경우, 현금이상 인민정부

식품안전감독관리부처는 시정을 명령하고 경고한다. 시정하지 않는 경우에는 5천 위안~5만 위안의 벌금을, 상황이 중대한 경우에는 허가증이 취소될 때까지 생산판매 금지를 명령한다.

- (1) 식품, 식품첨가제의 생산자가 구매한 식품원료와 생산한 식품 및 식품첨가제에 대해 검사를 진행하지 않은 경우
- (2) 식품생산경영기업이 식품안전관리제도를 구축하지 않았거나 식품안전관리원을 배치하지 않고 훈련이나 테스트를 진행하지 않은 경우
- (3) 식품, 식품첨가제의 생산경영자가 입하 시 허가증이나 관련 증명문건을 검사하지 않은 경우 혹은 입하검사기록, 출하검사기록, 판매기록 제도를 규정에 근거하여 구축하고 준수하지 않은 경우
- (4) 식품생산경영기업이 식품안전사고처리방안을 제정하지 않은 경우
- (5) 식기류, 컵, 즉석섭취식품 용기를 사용하기 전 세척, 소독을 하지 않거나 세척, 소독이 불합격된 경우 혹은 요식서비스의 시설, 설비에 대해 규정에 따른 유지보수, 세척, 테스트를 하지 않은 경우
- (6) 식품생산경영자가 건강합격증을 취득하지 않은 직원을 생산경영활동에 종사시키거나, 국무원 위생행정부처에서 규정한 식품안전을 저해하는 질병을 앓고 있는 직원을 즉석섭취식품 접촉업무에 종사하도록 한 경우
- (7) 식품경영자가 규정에 근거하여 식품을 판매하지 않은 경우
- (8) 보건식품 생산기업이 식품약품감독관리부처에 서류를 제출하지 않았거나 제출한 서류에 기재된 제품 배합, 생산공정 등의 기술 요구사항대로 생산하지 않은 경우
- (9) 영유아 배합식품 생산기업이 식품원료, 식품첨가제, 제품배합, 라벨 등을 식품약품감독관리부처에 등록하지 않은 경우

(10) 특수식품 생산기업이
 생산품질관리시스템을 수립하고 효과적으로
 운영하지 않은 경우 혹은 정기적으로 자체
 조사 보고를 제출하지 않은 경우

(11) 식품생산경영자가 정기적으로
 식품안전상황에 대한 조사평가를 실시하지
 않은 경우 혹은 생산경영조건에 변화가
 발생하였으나 규정대로 처리하지 않은 경우

(12) 학교, 위탁기관, 양로기관, 공사 현장 등
 단체식사가 이루어지는 곳에서
 식품안전관리책임을 이행하지 않은 경우

(13) 식품생산기업, 요식서비스 제공자가
 생산경영과정통제 요구사항을 제정하고
 시행하지 않은 경우 식기, 식사도구의
 집중소독서비스를 제공하는 기업이 본 법
 규정을 위반하여 물, 합성세제, 소독제를
 사용한 경우 혹은 출하한 식기, 식사도구가
 규정에 따라 검사 합격을 받지 않거나
 소독합격 증명을 첨부하지 않은 경우 혹은
 개별 포장 상에 관련 내용을 명기하지 않은
 경우, 현급이상 인민정부 위생행정부처는
 앞의 조항에 근거하여 처벌한다.

식품관련제품 생산자가 생산한
 식품관련제품에 대해 규정을 따라 검사를
 진행하지 않은 경우, 현급이상 인민정부
 품질감독부처는 제126조 첫 번째 문단의
 규정에 근거하여 처벌한다. 식용농산품의
 판매자가 본 법 제65조의 규정을 위반한
 경우 현급 이상 인민정부
 식품약품감독관리부처는 제126조 첫 번째
 문단의 규정에 근거하여 처벌한다.

1.1.1.2. 중국 식품안전 국가 표준체계

- 중국의 식품안전법 체계는 기타법률로 분류가 되며 제정기관은 전국인민대표대회 상무위원회에서 관할하고 있다.
- 식품안전국가표준은 국가위생계획생육위원회(National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, NHFPC)에서 공포하며 ‘GB(Guojia Biaozhun)법’이라 불리며 각각의 표준은 아래의 표 15과 같이 분류 된다.

표 15. 식품안전국가 표준 분류

분류	관련부처
식용농산품 품질안전표준	농업, 국표위(국가표준위원회)
식품위생표준	위생부
식품품질표준	질검총국, 국표위
관련 식품의 산업표준 중 강제 집행표준	국표위(국가표준위원회)

- 이외의 국가표준에 해당되는 GB/T(추천성 국가표준)와 GB/Z(지도성 국가표준)는 국가표준화관리위원회(Standardization Administration of the People's Republic of China, SAC)에서 관할하고 있다.
- GB법의 특징적인 점은 각각의 표준이 분리 되어 있다는 점이다. 즉, 한 가지 식품(완제품)과 관련하여 영양성분, 사용원료, 안전기준, 생산기준 등이 산재되어 있어 법규의 DB화가 되어 있지 않으면 쉽사리 관련 법규를 지키지 않거나 인지하지 못하고 운영을 할 수 있는 위험성이 있다. 또한 한국과 같이 법규에 대한 해석에 모호함이 있을 경우 기업이나 개인이 질의를 할 수 있는 신문고와 같은 창구가 없기 때문에 중국에 제품을 수출할 경우 법규의 DB화는 필수불가결한 요소가 될 수밖에 없다. 제1세부에서는 이러한 중국 법규들을 사내 intranet(dream.maeil.com)을 이용하여 유관부서들이 필요할 때 찾을 수 있도록 전사적으로 DB화하였다(그림 7).

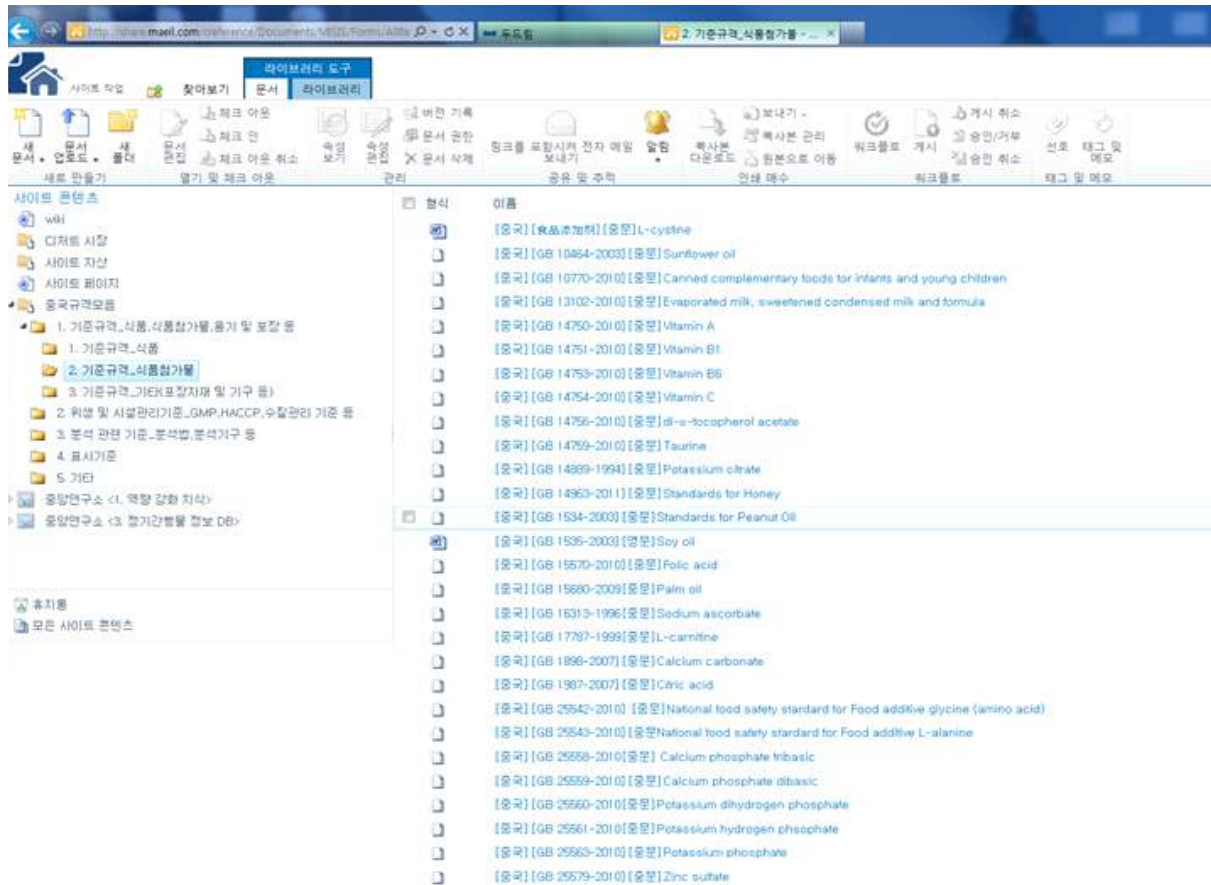


그림 7. 중국 법규 사내 DB화.

○ 중국의 식품 관련 규정 및 정보들을 수시로 업데이트하여 조제분유를 수출함에 있어 매일유업이 기존에 운영하고 있던 ‘식품안전통합정보시스템(MISIS)’에서 중국 안전성에 대한 관심도가 높아짐에 따라 2015년 1월부터 질검총국과 국가인증평가원 제공 자료의 모니터링을 통해 신규자료를 추가 관리하고 있다(표 12, 그림 8, 9).

표 16. 매일유업의 MISIS 관리 항목

Source	Information
식품안전정보원	식약처에서 제공하는 구가별 식품 관련 정보
식약처 & 식품나라	신종 위해물질/부적합/행정처분/수출지원
식품 & 축산물 안전관리 인증원	위생관련 issue/사례/정부관계
AQSIQ(질검총국) & CNCA(국가인증평가원)	중국 식품 issue/법령 예고·제정·개정·부적합
FDA(미국식품의약국)	식품안전성 issue/부적합
RASFF(EU 식품사료신속경보시스템)	부적합
식품저널	국내외 식품관련 기사
국내외 portal 사이트	매일유업, 식품, 우유, 분유 관련 keyword 관련 정보

내용	국가	분류
식품 회수/판매중지 알림	국내	부적합
식품안전표준 통합합작업 연내 완료, 새로운 '불법첨가물' 명단도 7월에 공포	중국	정책동향
「축산물의 가공기준 및 성분규격」 일부개정고시(안) 행정예고	국내	정책동향
'위해평가 방법 및 절차 등에 관한 규정' 일부개정고시(안) 행정예고	국내	정책동향
식품의약품분야 시험·검사 등에 관한 법률 일부개정법률안 입법예고	국내	정책동향
7월 1일부터 분유 포장에 'DHA함유' 등의 광고문구를 사용한 광고 불가	중국	정책동향
7월 1일부터 영유아 조제 분유에 중문라벨이 없는 경우 반품 혹은 소각 조치	중국	정책동향
베이징시, 영유아 분유 품질 추적 체계 마련	중국	정책동향
건강기능식품 불법행위 저벌강화...과징금 강제징수	국내	정책동향
호주 'Uncle Tobys' 권리제품의 '슈퍼푸드' 강조표시에 불리한 판결 받아	호주	부적합
네이멍구, "영유아조제분유 생산과정 검사 지침" 제정	중국	정책동향
제38차 국제식품규격위원회(CODEX) 총회 합의 사항 (Day1)	국제기구	정책동향
홍콩, 1세 이하 영유아 조제분유에 영양강조 내용 금지 등 영유아 분유 엄격하게 관리	홍콩	정책동향
위해식품' 대신 '부정·불량 식품'으로 '식위법 개정안' 발의	국내	정책동향
식품 회수/판매중지 알림	국내	부적합
오리지널 요거트 대부분 당분, 첨가물 함유	대만	안전동향
초등학교 급식용 우유에 금속조각 확인	일본	안전동향
상하이, 10대 식품의 생산유통영역 이력추적 실현	중국	정책동향
축산물·식품 생산업체, HACCP 심사 한번에	국내	정책동향
[회수] 아르헨티나, 크로노박터 사카자키 검출 영유아 조제식 회수	아르헨티나	부적합
산동성, 10월부터 개인이 대리 구매한 중문표시 없는 해외식품은 인터넷 판매 금지	중국	안전동향
2015년 제2차 어린이식생활안전관리위원회 결과 및 회의록	국내	정책동향
농산물(농식품 포함)의 원산지 자율표시 정착 방안에 대한 온라인 정책토론 실시공고	국내	정책동향
건강기능식품에 관한 법률 일부개정법률안 16일 발의	국내	정책동향
동원F&B, 지난해 썩은 우유 배달이어...이벤트 또	국내	부적합

그림 8. 매일유업 MISIS report 예시.

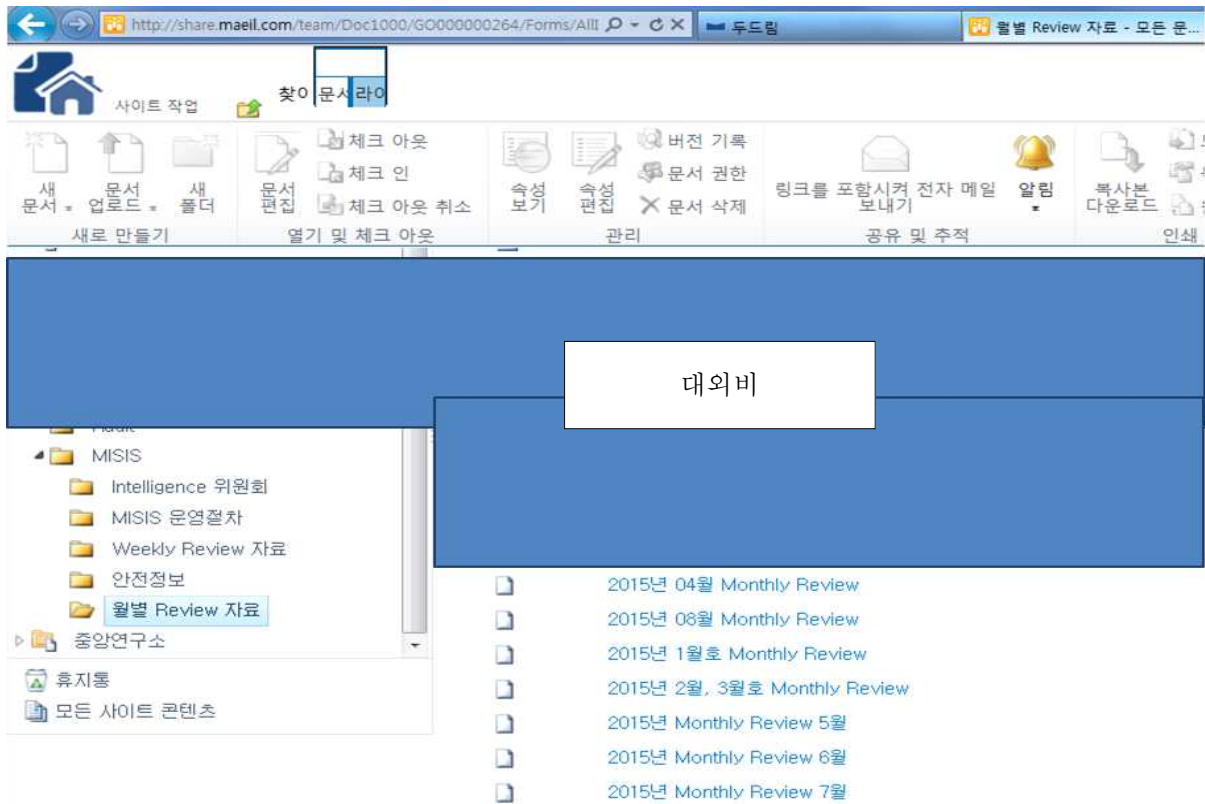


그림 9. 매일유업 MISIS DB화 현황 예시.

1.1.2. 한국과 중국의 조제분유 관련 식품 법 구조 비교 분석

○ 조제분유의 제품 설계와 관련하여 한국과 중국의 법규를 간략하게 표현한 체계는 그림 10과 같이 표현할 수 있으며 요소별로 차이를 분석하였다.

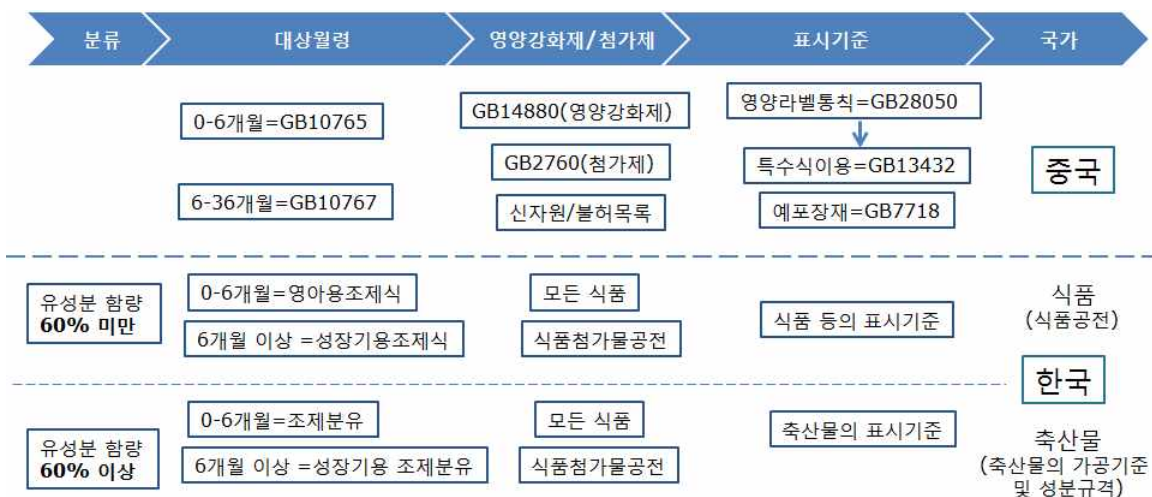


그림 10. 한중 법규 분류 체계.

- ☑ 분류 기준: 한국은 유성분 함량에 따라 식품은 조제식, 축산물은 조제분유로 분류되며 각각에 대한 기준은 식품공전과, 축산물의 가공기준 및 성분규격을 따른다. 이러한 분류체계는 한국에서만 적용되고 있는 기준이기 때문에 중국에서는 유성분 함량에 따라 분류되어지지 않는다.
- ☑ 대상월령: 한국에서는 대상 월령에 따라 0-6개월은 영아용조제식(분유), 6개월 이상부터는 성장기용조제식(분유)로 분류 된다. 중국에서는 0-6개월은 영아 조제식품, 6개월 이상은 성장한 영아(older infants) 및 유아(young children) 조제분유로 분류되며 각각의 기준은 GB 10765-2010, 10767-2010 이다.
- ☑ 영양강화제/첨가제: 한국의 경우 식품을 식품에 안전성에 대한 문제가 없다면 첨가/배합하는 것은 허가가 되며, 첨가물의 경우에는 식품첨가물공전에서 조제분유에 사용가능한 첨가물 리스트에 근거하여 용도에 맞게 사용할 수 있다. 중국에서는 식품일지라도 ‘조제분유에 사용해도 된다’라는 명확한 근거가 없는 원료에 대해서 지방검역국의 성향에 따라 사용하는 것을 지양권고 한다(법적으로 불가하지는 않음). 첨가제는 영양 및 기능성을 강화하는 목적으로 사용될 수 있는 원료를 ‘영양강화제(GB14880-2012)’라 하며 사용량에 대한 규격에 따라야한다. 영양강화제의 최소, 최대함량을 설정하여 극미량을 첨가하여 제품의 소구점으로만 활용하여 고가에 판매하여 소비자가 손해를 불러일으킬 수 있는 점을 미연에 방지할 수 있다는 점이 특징적이다. ‘첨가제’는 한국과 마찬가지로 첨가물 공전 개념의 식품첨가제사용 표준인 GB2760-2014를 근거로 사용용도와 그에 따른 함량에 맞게 사용할 수 있다.
- ☑ 중국 신자원: ‘중화인민공화국식품안전법’과 ‘신자원식품관리방법’에 새로이 등재되는 식품 및 원료를 신자원이라 하며 ‘국가위생 및 가족계획위원회(NHFPC)’에서 공표한다. 이와 관련된 DB는 <http://db.foodmate.net/xinziyuan/> 에서 확인할 수 있으며 원료의 규격 및 사용범위 등을 파악하여 조제분유 생산시에 첨가 할 수 없는 원료들을 이를 통해 확인 및 검증할 수 있는 자료이다(표 13).
- ☑ 불허 목록: 불허목록 또한 식품안전법에 의거하여 첨가 시 위법이 되는 원료 및 첨가물 리스트이며 현재 47가지 원료가 등재되어 있다. 이중 유제품과 연관되는 원료 리스트를 표 14에 기재 하였으며, 이 또한 자사가 구축하고 있는 MISIS시스템에 의해 수시로 모니터링 및 관리하고 있는 항목 중 하나이다.

표 17. 중국 신자원 목록(2015.09.14. 기준)

구분	명칭(중문)	공포 시기
番茄籽油	(英文名称) Tomato Seed Oil	2014-12-19
枇杷叶	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	2014-12-19
湖北海棠(茶海棠)叶	Malus hupehensis(Pamp.)Rehd. leaf	2014-12-19
竹叶黄酮	(英文名称) Bamboo leaf flavone	2014-12-19
燕麦β-葡聚糖	(英文名称) Oat β-glucan	2014-12-19
清酒乳杆菌	Lactobacillus sakei	2014-12-19
蛹虫草	Cordyceps militaris	2014-05-20
植物甾烷醇酯	(英文名称) Plant stanol ester	2014-05-20
壳寡糖	(英文名称) Chitosan Oligosaccharide	2014-04-16
水飞蓟籽油	(英文名称) Silybum marianum Seed oil	2014-04-16
柳叶蜡梅	Chmonathus salicifolius S.Y.H	2014-04-16
杜仲雄花	(英文名称) Male flower of Eucommia ulmoides	2014-04-16
乳酸片球菌	Pediococcus acidilactici	2014-04-16
戊糖片球菌	Pediococcus pentosaceus	2014-04-16
磷蝦油	(英文名称) Krill Oil	2013-12-24
馬克斯克魯維酵母	Kluyveromyces marxianus	2013-12-24
顯齒蛇葡萄叶		2013-12-24
裸藻	Euglena gracilis	2013-10-30
1,6-二磷酸果糖三鈉鹽	(英文名称) D-Fructose 1,6-diphosphate trisodium salt	2013-10-30
丹鳳牡丹花		2013-10-30
狹基線紋香茶菜	Isodon lophanthoides (Buchanan-Hamilton ex D.Don)H.Hara var. gerardianus(Bentham)H.Hara	2013-10-30
長柄扁桃油	(英文名称) Amygdalus pedunculata Oil	2013-10-30
光皮楝木果油	(英文名称) Swida wilsoniana Oil	2013-10-30
青錢柳叶		2013-10-30
低聚甘露糖	(英文名称) Mannan oligosaccharide(MOS)	2013-10-30
茶樹花	(英文名称) Tea blossom	2013-01-04

		코드번호	D-05
鹽地城蓬籽油	Suaeda salsa seed Oil		2013-01-04
美藤果油	(英文名称) Sacha Inchi Oil		2013-01-04
鹽膚木果油	(英文名称) Sumac Fruit Oil		2013-01-04
廣東虫草子實體	Cordyceps guangdongensis		2013-01-04
阿薩伊果			2013-01-04
茶藨子叶狀層菌發酵菌絲体			2013-01-04
蛋白核小球藻	Chlorella pyrenoidesa		2012-11-12
烏藥叶	Linderae aggregate leaf		2012-11-12
辣木叶	Moringa oleifera leaf		2012-11-12
蔗糖聚酯	(英文名称) Sucrose Poyesters		2012-11-12
梨果仙人掌 (米邦塔品种)	Opuntia ficus-indica(Linn.)Mill		2012-11-12
人參 (人工种植)	Panax Ginseng C.A.Meyer		2012-08-29
中長鏈脂肪酸食用油	(英文名称) Medium- and long-chain triacylglycerol oil		2012-08-28
小麥低聚	(英文名称) Wheat oligopeptides		2012-08-28
抗性糊精	(英文名称) Resistant Dextrin		2012-08-28
平臥菊三七	Gynura Procumbens(Lour.)Merr		2012-05-08
大麥苗	Barley Leaves		2012-05-08
蚌肉多糖	(英文名称) Hyriopsis cumingii polysacchrude		2012-01-20
瑪咖粉	Lepidium meyenii Walp		2011-05-18
元宝楓籽油	Acer truncatum Bunge Seed Oil		2011-03-22
牡丹籽油	Peony Seed Oil		2011-03-22
翅果油	Elaeagnus Mollis Diels Oil		2011-01-18
β-羥基-β-甲基丁酸鈣	Calcium β- hydroxy -β- methyl butyrate (CaHMB)		2011-01-18
雨生紅球藻	Haematococcus pluvialis		2010-10-29
表沒食子儿茶素沒食子酸酯	Epigallocatechin Gallate (EGCG)		2010-10-29
蔗糖聚酯	Sucrose Poyesters		2010-10-21
玉米低聚 粉	Corn oligopeptides powder		2010-10-21

		코드번호	D-05
磷脂 絲氨酸	Phosphatidylserine		2010-10-21
金花茶	Camellia chrysantha (Hu) Tuyama		2010-05-20
顯脉旋覆花(小黑藥)	Inula nervosa wall.ex DC.		2010-05-20
諾麗果漿	Noni Puree		2010-05-20
酵母β-葡聚糖	Yeast β-glucan		2010-05-20
雪蓮培養物	Tissue culture of Saussurea involucrata		2010-05-20
DHA藻油	DHA Algal Oil		2010-03-09
棉子低聚糖	Raffino-oligosaccharide		2010-03-09
植物甾醇酯	Plant sterol ester		2010-03-09
植物甾醇	Plant sterol		2010-03-09
花生四烯酸油脂	Arochidonic Acid Oil		2010-03-09
白子菜	Gynura divaricata(L.)DC		2010-03-09
御米油	Poppyseed oil		2010-03-09
茶叶籽油	Tea Camellia Seed Oil		2009-12-22
鹽藻及提取物	Dunaliella Salina (extract)		2009-12-22
魚油及提取物	Fish Oil (extract)		2009-12-22
甘油二酯油	Diacylglycerol Oil		2009-12-22
地龍蛋白	Earthworm Protein		2009-12-22
乳礦物鹽	Milk Minerals		2009-12-22
牛奶碱性蛋白	Milk Basic Protein		2009-12-22
菊粉	Inulin		2009-03-25
多聚果糖	Polyfructose		2009-03-25
蛹虫草	Cordyceps militaris		2009-03-26
低聚半乳糖	Galacto-Oligosaccharides		
副干酪乳杆菌	Lactobacillus paracasei		
嗜酸乳杆菌	Lactobacillus acidophilus		
鼠李糖乳杆菌	Lactobacillus rhamnosus		
水解蛋黃粉			
异麥芽酮糖醇	Lactobacillus Plantarum		

植物乳杆菌	Lactobacillus Plantarum	
植物乳杆菌		
植物甾烷醇酯		
珠 粉		
低聚木糖		2009-10-22
透明質酸鈉		2009-10-22
叶黄素酯		2009-10-22
L-阿拉伯糖		2009-10-22
短梗五加	Acanthopanax sessiliflorus	2009-10-22
庫拉索芦荟凝膠	Aloe Vera Gel	2009-10-22
γ-氨基丁酸		2009-09-27
初乳碱性蛋白粉		2009-09-27
共軛亞油酸		2009-09-27
共軛亞油酸甘油酯		2009-09-27
植物乳杆菌	Lactobacillus plantarum	2009-09-27
杜仲籽油	Eucommia ulmoides Oliv. Seed Oil	2009-09-27
瑪咖粉	Lepidium meyenii Walp	2011-05-18
蚌肉多糖		2011-12-07
人參 (人工种植)	Panax Ginseng C.A.Meyer	2012-08-29
中長鏈脂肪酸食用油	Medium- and long-chain triacylglycerol oil	2012-08-28
小麥低聚	Wheat oligopeptides	2012-08-28
抗性糊精	Resistant Dextrin	2012-08-28

표 18. 중국 불허목록 중 유제품 관련 목록(2015.09.14. 기준)

구분	명칭(중문)	이름	적용 제품
비식품목록 (추가시 불법)	蛋白精、三聚氰胺	멜라민	우유 및 유제품
비식품목록 (추가시 불법)	硫氰酸鈉	나트륨 thiocyanate	우유 및 유제품
비식품목록 (추가시 불법)	工業用火碱	산업 가성 소다	해삼, 오징어, 및 다른 말린 해산물, 원료 우유
비식품목록 (추가시 불법)	革皮水解物	가죽, 가수 분해물	우유 및 유제품 우유 음료
비식품목록 (추가시 불법)	β -內 胺酶	β -lactamase	우유 및 유제품
비식품목록 (추가시 불법)	玉米赤霉醇	Zeranol	쇠고기와 양고기와 간, 우유

- 표시기준: 한국의 경우 식품과 축산물에 따라 각각의 표시기준을 따라야 한다. 중국의 경우에는 예포장식품라벨통칙(GB7718-2011)과 예포장식품영양라벨통칙(GB28050-2011) 중 조제분유에 적용되는 특수식이용식품라벨통칙(GB13432-2013)에 따라야 한다. 기본적인 영양성분 표시 방법이나 글자 크기, 적용 범위, 제조일자 표시기준 등에 대한 내용은 유사하나 표시기준 중 가장 큰 차이점은 중국의 경우 조제분유 제품에 어떠한 영양성분을 소구하기 위해서는 분류에 따라 특정 함량이상 첨가를 해야 하며, 소구할 수 있는 문구가 정해져 있는 게 특징적이다. 이러한 기준이 생긴 이유에는 중국정부가 10,000여 가지가 넘는 조제분유 브랜드 중 기능성 성분을 미량을 넣고 소비자를 현혹시켜 고가에 판매하는 것을 방지하고자 최근에 개정한 기준이다.

1.1.3. 한국과 중국의 영양성분 기준 규격 비교 분석

○ 한국과 중국의 조제분유 분류에 따른 영양성분 함량 기준은 아래와 같다. 한국과 중국은 거의 대부분의 영양학적인 기준은 CODEX와 대동소이하지만, 가장 큰 차이점은 CODEX나 식품공전, 축산물 기준 및 가공규격에서는 GUL(Guidance Upper limits)로 법적인 강제성을 띄지 않지만, 중국에서는 최대허용치를 설정하여 법적으로 강제성을 나타내기 때문에 영양학적 기준은 중국의 규격이 조금 더 엄격하다는 것이다(그림 11).

Ingredient	Unit	0-6 개월						12 개월 이상						GUL		
		CODEX 72-1981 infant formula /100 kcal		China GB 10765 /100 kcal		Korea the Livestock Processing Act /100 kcal		CODEX 156-1987 follow-up formula /100 kcal		China GB 10767 /100 kcal		Korea Food Regulation /100 kcal			Korea the Livestock Processing Act /100 kcal	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max		Min	Max
Calories	kcal/100ml	60	70	60	70	60	70	60	70	60	85			60	85	
milk component	g					12.0						12.0				
Carbohydrate	g	9	14	9.2	13.8	9.0	14.0					9	14			
Protein	g	1.8	3	1.9	2.9	1.8	3.0	3	5.5	2.9	5.0	1.8	4.0	1.8	4.0	
Fat	g	4.4	6	4.4	5.9	4.4	6	3	6	2.9	5.9	4.4	6	3	6	
Na	mg	20	60	20.9	58.6	20	60	20	85		83.7	20	60	20	60	
Ca	mg	50	140	50.2	146.4	50	140	90		71.1		50		50	140	
P	mg	25	100	25.1	100.4	25	100	60		34.7		25		25	100	
K	mg	60	180	58.6	179.9	60	180	80		75.3	288.7	80	200	60	180	
Cl	mg	50	160	50.2	159.0	50	160	55			217.6	55	150	50	160	
Mg	mg	5	15	5.0	15.1	5	15	6		5.9		6		5	15	
I	ug	10	60	10.5	58.6	10	60	5		5.9		5		10	60	
Mn	ug	1	100	5.0	100.4	1	100			1.0	100.4	5		1	100	
Cu	ug	35	120	35.6	121.3	35	120			29.3	146.4	60		35		
Zn	mg	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5		0.4	1.3	0.75		0.5	1.5	
Fe	mg	0.45		0.4	1.5	0.45		1		1.0	2.1	1		0.45		
Se	ug	1	9	2.0	7.9	1	9			2.0	7.9	9		1	9	
Vit A	ug RE	60	180	58.6	179.9	60	180	75	225	75.4	226.2	75	150	60	180	
Vit B1	mg	0.06	0.3	0.06	0.30	0.06	0.3	0.04		0.046		0.04		0.06	0.3	
Vit B2	mg	0.08	0.5	0.08	0.50	0.08	0.5	0.06		0.046		0.06		0.08	0.5	
Vit B6	mg	0.035	0.175	0.036	0.188	0.035	0.175	0.045		0.046		0.035		0.035	0.175	
Vit B12	ug	0.1	1.5	0.1	1.5	0.1	1.5	0.15		0.2		0.1		0.1		
Vit C	mg	10	70	10.5	71.1	10	30	8		7.5		8		10		
Vit D	ug	1	2.5	1.0	2.5	1	2.5	1	3	1.0	3.1	1	2.5	1	2.5	
Vit E	mg α-TE	0.5	5	0.5	5.0	0.5	5	0.5		0.6		0.5		0.5	5	
Niacinamide	mg NE	0.3	1.5	0.3	1.5	0.3	1.5	0.25		0.5		0.25		0.3	1.5	
Folic acid	ug	10	50	10.5	50.2	10	50	4		4.2		4		10	50	
Biotin	ug	1.5	10	1.7	10.0			1.5		1.7		1.5				
Pantothenic acid	mg	0.4	2	0.4	2.0	0.4	2	0.3		0.3		0.3		0.4	2	
Vit K	ug	4	27	4.2	27.2	4	27			4.2		4		4	27	
Choline	mg	7	50	7.1	50.2					7.1	50.2	7				
Inositol	mg	4	40	4.2	39.7											
Linoleic acid	g	0.3	1.4	0.3	1.4	0.3	1.4	0.3				0.3		0.3	1.4	
α-Linolenic acid	mg	50		50.2		50		5				50				
Ratio LA/α-LN				5:1 ~ 15:1		5:1 ~ 15:1										
L-Carnitine	mg	1.2		1.3				1.2		1.3						
Taurine	mg		12		12.6						12.6					
Nucleotides	mg/100g			12.0	58.0					12.0	58.0					

그림 11. 한중 영양성분 규격 비교.

1.2. 조제분유 품질·안전관련 법규, 국제 표준, 검역 시스템 현황 조사

1.2.1. 품질·안전관련 법규 현황 조사

- 조제분유 중국 수출과 관련된 품질관리 필수 시스템은 ‘영유아 조제분유 허가조건 심사세칙(2013년판)’이며 총 160여 가지의 check list를 표 15와 같이 분석하였다.

- 관리제도(74개 항목)
 - ☑ QMS: 품질 및 식품안전경영을 위한 System 평가
 - ☑ 원료: 투입되는 모든 원료에 대한 법적만족 및 안정성 확인
 - ☑ 구매: 자재를 공급하는 협력업체에 대한 평가 및 공급자재의 안정성 확인
 - ☑ 표준: 생산 및 검사와 관련된 표준 및 기록
 - ☑ 배합비율: 제품의 영양학적 가치 및 근거
 - ☑ 생산관리: 위생적인 제품을 생산하기 위한 조건 및 절차
 - ☑ 검사관리: 제품의 안정성 검증
 - ☑ 제품보호: 제품에 위해를 가할 수 있는 상황의 사전 방지
 - ☑ 보관/불출/운송: 자재의 보관/불출/운송에 관한 내·외적 영향 요인의 제거 및 추적성 확보
 - ☑ 직원관리: 생산 및 검사 관련 직원의 관리
 - ☑ 정보화/추적성: 추적성 관련 정보화 시스템의 구축 및 실행
 - ☑ 설계/개발: 영유아조제분유 연구개발의 능력 확보

- 현장심사(26개 항목)
 - ☑ 현장: 안정적인 제품을 생산하기 위한 시설의 능력과 위생적 관리
 - ☑ 설비: 제조설비 및 관련설비의 유지보수 및 위생적 관리

- 중요 기술요구 조건(25개 항목)
 - ☑ 원유 운송, 저장: 원유의 위생적 취급, 검사 및 사용 기준
 - ☑ 제품배합: 원료의 투입 조건
 - ☑ 예열, 살균, 농축: 관리항목의 제어
 - ☑ 건조, 냉각: 건조 및 냉각에 사용되는 공기의 위생관리
 - ☑ 포장, 입고: 교차오염 방지 및 합격된 제품의 출고

- 인적요구 조건(8개 항목)
 - ☑ 관리자: 기업, 생산, 품질 관리자에 대한 자격요건
 - ☑ 생산기술자: 작업장을 담당하는 기술담당자에 대한 자격요건
 - ☑ 검사자: 실험실 검사자에 대한 자격요건
 - ☑ 생산작업 종업원: 작업장에서 설비를 가동하는 오퍼레이터에 대한 자격요건
 - ☑ 건강증명: 종업원 건강검진 및 보건증

- 설비 필수 조건(16개 항목)
 - ☑ 제조설비: 원유, 전처리, 포장, 공조설비 등의 설비적 요구사항
 - ☑ 검사설비: 법적검사항목 및 신속 검사 조건

- 청결구역 공기 조건(10개 항목)
 - ☑ 청결구역 미생물, 압력, 환기, 온도, 습도에 대한 관리조건

표 19. 영유아 조제분유 허가조건 심사세척 check list

No.	항목	항목 수
1	관리제도	74
2	현장심사	26
3	중요 기술요구 조건	25
4	인적요구 조건	8
5	설비 필수 조건	16
6	청결구역 공기 조건	10
합 계		159

- 중국의 GMP는 중국의 현지 조제분유 생산 기업에게 요구되는 필수 품질관리 시스템이지만 해외업체는 필수사항은 아니며, 기본적인 관리 항목은 HACCP, FSSC22000, CAC/RCP 66-2008과 유사하다. 매일유업에서도 중국 조제분유 생산 기업 등록 전에 관련 인증을 획득한 이력이 있으며 연 1회 실사를 통해 갱신하고 있다.

1.2.2. 검역 및 통관 시스템 현황 조사

1.2.2.1. 중국 내 세관 현황

○ 세관총서

- ☑ 세관총서는 국무원 직속기구로서 전국 세관기구, 인원편제, 경비물자와 각종 세관업무를 관리하는 최고 영도기구로 현재 광주에 광동분서가 있으며, 세관총서의 파견기구로 천진과 상해에 특파원사무소가 설립되어 있다.

○ 직속세관

- ☑ 직속세관은 세관총서에서 직접 영도하며 일정 구역범위의 세관업무를 책임지고 관리하는 세관이다.
- ☑ 현재 직속세관은 41개로 ‘북경(北京), 천진(天津), 석가장(石家庄), 태원(太原), 호화호특(呼和浩特), 만주리(滿洲里), 대련(大連), 심양(沈陽), 장춘(長春), 하얼빈(哈爾濱), 상해(上海), 남경(南京), 항주(杭州), 영파(宁波), 합비(合肥), 복주(福州), 하문(廈門), 남창(南昌), 청도(靑島), 정주(鄭州), 무한(武漢), 장사(長沙), 광주(廣州), 심천(深圳), 공북(拱北), 산두(汕頭), 황포(黃埔), 강문(江門), 잠강(湛江), 남녕(南寧), 해구(海口), 중경(重慶), 성도(成都), 귀양(貴陽), 곤명(昆明), 라사(拉莎), 서안(西安), 란주(蘭州), 서녕(西寧), 은천(銀川), 우루무치(烏魯木齊)’ 등이며 31개 성, 직할시, 자치구에 분포되어 있다.

○ 소속세관

- ☑ 소속세관은 직속세관에서 영도하며 구체적 세관업무를 책임지고 처리하는 세관으로 일반적으로 항구와 세관업무가 집중된 지역에 설치되었으며 현재 소속세관은 600개이다.

○ 세관 밀수단속 경찰기구

- ☑ 밀수범죄를 전문적으로 단속하는 경찰조직으로 세관총서와 공안부의 영도를 받으며 2003년 1월 1일부터 세관밀수단속국으로 명칭을 변경하였다.

1.2.2.2. 한국과 중국의 검역관련 규정

○ 한국과 중국의 검역관련 규정 및 규범은 아래 표 16과 같다.

- ☑ 가축전염병예방법령: 가축전염병예방법 및 시행령·시행규칙 중 지정검역물의 검역 방법 및 기준(농림축산검역본부 고시)
- ☑ 낙농진흥법령: 낙농진흥법 및 시행령·시행규칙 중 원유검사공영화 실시요령(농림축산식품부 고시)
- ☑ 축산물 위생관리법령: 축산물 위생관리법 및 시행령·시행규칙 중 축산물안전관리인증기준(식품의약품안전처 고시)
- ☑ 식품위생법령: 식품위생법 및 시행령·시행규칙
- ☑ 출입 유제품 검험검역감독 관리방법(질검총국령 152호): 13.5.1일 시행된 중국의유제품 수출입 관리 규정
- ☑ 수입식품 국외생산기업 등록 실시 목록(질검총국령 145호): 12.5.1일 시행된 중국의 해외 식품생산기업 등록 관리 규정, 유제품 추가 적용(질검총국령 53호, 14.5.1일 시행)
- ☑ 국가표준 GB: 중국의 제품 기준 및 규격으로 중국 관계당국은 수입 유제품이 중국 관련 국가표준(GB)에 부합할 것을 요구

표 20. 한국과 중국의 검역관련 규정

유형	한국	중국
검역방법 및 기준	가축전염병예방법령	출입 유제품 검험검역감독 관리방법 (질검총국령 152호)
위생관련 기준	낙농진흥법령 축산물 위생관리법령 식품위생법령	수입식품 국외생산기업 등록 실시 목록 (질검총국령 145호), (질검총국령 53호) 국가표준 GB

1.2.2.3. 한국과 중국의 검역 기구의 주요 업무

○ 한국과 중국의 양국 간의 검역 기구와 주요 업무는 표 21과 같다.

표 21. 검험검역 절차 및 제도(Monitoring Export Issue of Main Countries, 2012, aT center)

국가	기관	주요 업무
한국	농림축산식품부	유제품 중국 수출 관련 검역 및 정책수립 및 규정 제·개정 총괄 수행을 관할하고 있다.
	농림축산검역본부	농식품부 산하 기관으로 수출 유제품에 대한 검역증명서 발급 등 검역업무를 수행하는 중앙 수의기관. 본부, 지역본부 및 사무소로 구성되어 있다.
	식품의약품안전처	유제품 중국 수출 관련 위생 관리 정책 수립 및 규정 제·개정 총괄, 유제품 수출기업(생산업체)에 대한 등록 관리 업무를 담당하며 본부 및 지방식품의약품안전청으로 구성되어 있다.
중국	국가질량감독검험검역총국 (AQSIQ)	‘02.4월 설립된 중국 국무원 직속기관으로 중국 내의 상품 품질 관리, 개량, 수출입 상품 관리, 동식물에 대한 위생·검역 및 인증인가·표준화 등 업무 총괄 31개 성(자치구, 직할시) 35개 직속 출입국검험검역국을 설립했고 약 300개 분국과 200여개 사무소를 설립하여 관할지역의 수출입 상품 검험과 출입국 위생검역, 동식물 검역을 책임지며 31개 성(자치구, 직할시)에 성급 품질기술감독국을 설립하여 관리하고 있다.
	국가인증인가 관리감독위원회 (CNCA)	중국 국가질량 감독검험검역총국이 관리하는 인증 및 인가 관련 실무업무를 담당하는 기관이다. 중국 관련 규정에 따라 해외 식품생산기업 등록 관리 업무를 행하고 있으며 중국 내 HACCP 인증기관에 대한 관리감독도 담당하고 있다.

1.2.2.4. 한국과 중국의 검역시스템

○ 대중국 조제분유 수출 시에 검역기관과 상호 역할은 아래 그림 12와 같다.

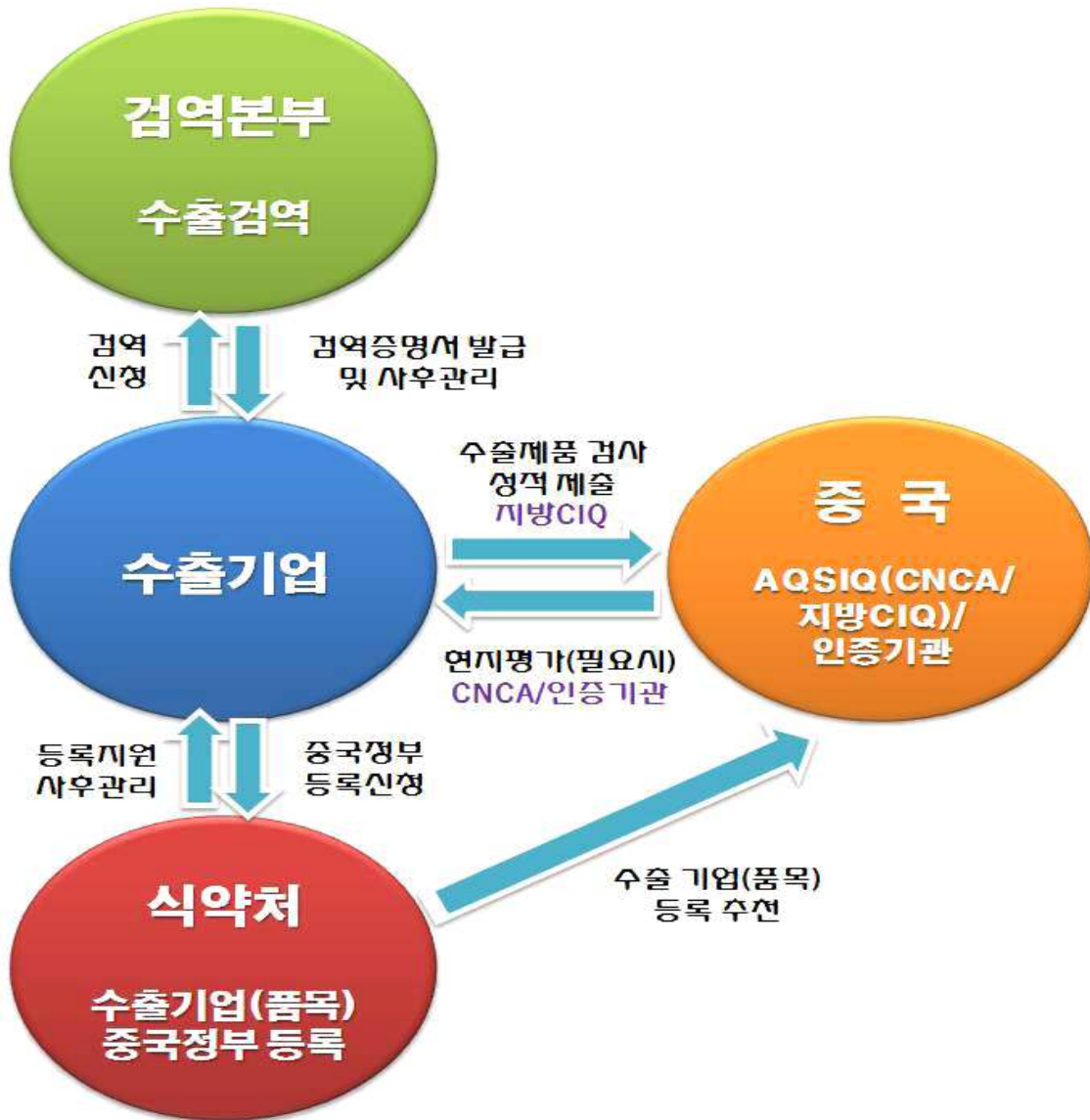


그림 12. 한중 수출체계도(유제품 중국 수출 검역 검사 지침, 2015, 식약처, 농식품부).

1.2.2.5. 조제분유 수출기업 등록 및 검역 절차

○ 영유아 조제분유 허가조건(심사세척)

- ☑ 2014년 5월 1일 부터 중국 국내 조제분유 생산기업 뿐만 아니라, 해외 생산기업을 CNCA의 감독 하에 심사기준에 맞는 기업만 생산을 허가하는 제도이다.
- ☑ 세척에 따르면 영유아조제분유의 안전성 및 영양성분에 대한 필수 검사항목이 지정되어 있다(표 18). 이에 맞추어 매일유업에서는 그림 13과 동일한 항목을 매번 실제 분석 및 검증하여 제품을 출고하고 있으며 이를 모니터링하여 안정적인 제품이 중국에 전달 할 수 있도록 그림 13과 같은 절차를 통해 제품 설계를 진행하고 있다. 미생물 안전성 또한 동일하게 DB화하여 관리한다.

표 22. 영유아 조제분유 검사항목

영양분	위해성분
단백질	균락총수 (활성균중 첨가 제품에는 해당되지 않음)
지방	
비타민A	
비타민 D	대장균군
비타민E	
비타민K1	
비타민B1	살모넬라
비타민B2	
비타민B6	
비타민B12	사카자키균(0-6개월령제품)
엽산	
판토텐산	
비오틴	황색포도상구균(0-6개월령)
콜린	
이노시톨	
타우린	질산염
L-카르니틴	
칼슘	
인	아질산염
요오드	
셀레늄	
철	납
구리	
아연	
	아플라톡신M1

제품명	구분	생산일자	비고	Color	Taste and odor	Structure (state)	Dissolubility	Protein (g/100g)	Moisture (%)	Fat (g/100g)	Ash (Milk-based) (%)	Impurities (powder)	Total plate count	Coliform bacteria	Staphylococcus aureus	Enterobacter sakazakii	Salmonella
				정안	정안	정안	정안	11.69	2.31	26.80	2.8	정안	10, 20, 40, 60, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	11.69	2.27	27.00	2.8	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	15.65	2.52	24.00	3.04	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	17.86	2.58	22.00	3.35	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	13.51	2.20	24.00	2.64	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	11.78	2.08	26.90	2.94	정안	0, 10, 0, 10, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	17.72	2.19	22.00	3.31	정안	0, 0, 10, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	1.55	2.56	24.00	3.27	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	16.03	2.36	24.00	3.32	정안	0, 20, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	12.32	2.04	27.00	2.91	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	16.05	2.17	24.50	3.22	정안	0, 0, 10, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	15.84	2.28	24.00	3.35	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	17.75	2.41	22.00	3.57	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	12.32	2.15	26.70	2.91	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	17.91	2.22	22.00	3.39	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	17.66	2.27	22.00	3.72	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	16.34	2.40	24.00	3.28	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	12.91	2.25	26.70	2.71	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	12.62	2.11	26.70	3.07	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	15.73	2.31	24.25	3.35	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	15.73	2.23	23.70	3.35	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	18.36	2.45	22.10	3.76	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	12.62	2.31	26.75	3.07	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	16.42	2.30	22.00	3.62	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	13.41	2.26	23.75	2.84	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0
				정안	정안	정안	정안	11.61	2.14	27.00	2.82	정안	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0, 0, 0

제품명	생산일자/유통기한	Na	K	Ca	P	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Se	Choline	Inositol	Taurine	L-Carnitine
		96%	126%	109%	129%	120%	124%	125%	123%	248%	192%	118%	224%	183%	107%	284%
		119%	123%	112%	138%	118%	126%	123%	132%	230%	105%	119%	237%	157%	106%	247%
		100%	114%	105%	129%	119%	127%	129%	126%	206%	207%	122%	230%	170%	114%	280%
		111%	115%	103%	127%	113%	117%	116%	119%	201%	132%	125%	223%	205%	117%	364%
		91%	121%	102%	122%	114%	115%	114%	104%	194%	165%	138%	209%	252%	115%	338%
		134%	110%	100%	113%	128%	83%	88%	84%	161%	127%	140%	111%	146%	107%	290%
		95%	120%	97%	123%	113%	117%	118%	126%	174%	170%	93%	213%	199%	135%	258%
		108%	125%	117%	138%	136%	129%	128%	153%	177%	153%	101%	233%	187%	112%	238%
		114%	128%	119%	162%	133%	142%	132%	155%	156%	147%	94%	213%	181%	111%	215%
		91%	129%	102%	138%	92%	98%	93%	137%	202%	181%	143%	176%	189%	131%	258%
		118%	133%	117%	139%	137%	125%	132%	159%	488%	184%	189%	141%	179%	126%	213%
		136%	110%	91%	111%	118%	112%	143%	134%	111%	119%	84%	106%	177%	112%	106%
		158%	124%	115%	144%	148%	93%	166%	100%	180%	124%	90%	117%	139%	113%	238%
		106%	126%	116%	139%	122%	122%	123%	132%	261%	159%	121%	224%	214%	116%	274%
		107%	119%	113%	141%	122%	119%	120%	124%	220%	146%	107%	238%	222%	117%	296%
		106%	117%	116%	143%	122%	125%	123%	128%	236%	149%	162%	240%	224%	119%	271%
		104%	129%	120%	142%	126%	130%	128%	139%	277%	156%	135%	234%	233%	122%	254%
		105%	114%	108%	135%	124%	128%	123%	126%	174%	90%	166%	246%	200%	108%	253%
		107%	104%	101%	141%	106%	114%	110%	120%	135%	120%	156%	213%	180%	106%	245%
		128%	122%	119%	157%	115%	128%	122%	132%	205%	133%	197%	182%	181%	109%	206%
		111%	108%	102%	150%	109%	120%	116%	131%	136%	123%	201%	212%	171%	113%	245%
		119%	122%	110%	140%	110%	109%	104%	118%	131%	124%	149%	188%	164%	103%	196%
		113%	129%	101%	131%	114%	120%	118%	133%	215%	131%	131%	224%	212%	120%	290%
		108%	123%	102%	135%	122%	121%	121%	154%	210%	116%	154%	159%	172%	119%	258%
		126%	132%	116%	142%	129%	127%	128%	145%	264%	176%	141%	230%	204%	110%	230%
		121%	132%	112%	137%	120%	115%	113%	121%	282%	157%	92%	158%	191%	94%	220%
		107%	124%	107%	134%	117%	128%	125%	148%	237%	169%	125%	218%	184%	119%	274%
		90%	108%	112%	142%	114%	128%	119%	136%	216%	141%	111%	283%	228%	112%	240%
		117%	105%	102%	143%	115%	124%	118%	132%	95%	128%	190%	259%	222%	107%	239%
		119%	112%	103%	142%	122%	126%	120%	123%	109%	162%	183%	245%	205%	111%	269%
		110%	118%	101%	135%	118%	125%	115%	126%	153%	168%	169%	224%	231%	123%	335%
		115%	106%	99%	138%	114%	123%	117%	128%	85%	130%	162%	261%	167%	104%	271%

그림 13. 매일유업 수출제품 안전성, 영양성분 분석모니터링 결과 예시.

○ 매일유업 통관 검역 프로세스

- ☑ 매일유업에서 중국에 분유 수출 시 영양성분이 규격 범위에 대해 정확한 검역 프로세스와 항목에 대해 한국과 중국 간의 법규 차이에 의한 해석의 차이가 있을 수 있었으나, 금번 과제를 통해 통관을 위한 검역국의 전 항목 검사 항목 및 사전 점검으로서 CAIQ 기관에 교차 검증을 통한 사전 점검을 완벽히 수행하여 운영하여 최종적으로 그림 14와 같이 영양소 성분규격에 대한 적합여부, 미생물·이화학적 품질에 대한 평가를 비롯한 안전관리를 수행하고 있다.

생산 [D-0]	출고 및 선적 [D+14]	중국항 도착 [D+15]	검역 보고 [D+20]	통관 [D+34]	제품 검역 [D+44]	배송 [D+48~51]	판매 [D+52~]
생산 후 2-3주간 자체 분석	분석결과 이상 없을 시 출고 진행	선적 후 익일 현지 도착	현지 항구 도착 후 5일 소요 (검역증 확인 등)	검역 완료 후 2주 소요 (실물 확인 등)	통관 완료 후 10일 소요 (제품 분석 및 라벨표기 적법성 확인 등) 분석결과 : 적합 시 <수입화물 검사검역증명> 수취 후, 외부 반출 가능 분석결과 : 부적합 시 현지 전량 폐기 혹은 SHIP BACK 후 폐기	상해: 4일 소요 원거리: 7일 소요	배송 및 매대 진열 후 판매시작

그림 14. 매일유업 수출제품 안전성, 영양성분 분석모니터링 결과 예시.

○ 기업 등록 및 검역 절차

- 1) 중화인민공화국식품안전법 및 기타 실시 조례, 유제품 품질안전감독관리조례, 국무원 판공청 유제품품질안전업무 강화 관련 통지(국판발[2010] 42호), 국무원판공청전달 식품약품감독 관리 총국 등 부서에 영유아조제분유 품질 안전 업무 강화의 의견의 통지 관련(국판발[2013] 57호) 등 관련 법률법규 및 식품생산허가심사통칙 등 규정에 의거하여, 기업의 식품 품질안전 관리제도의 완비 현황에 대해 서류 및 현장심사를 진행
 - 2) 중국 정부에 등록된 유제품 수출 기업은 등록 품목에 한해 수출이 가능하며, 검역본부 지역 본부장 또는 사무소장에 수출검역 신청
 - 3) 서류검토 및 현물 검사 후에 이상이 없는 경우 검역증명서를 발급받는다.
- ☑ 검역 신청 시 구비서류 및 내용은 표 19와 같다.

표 23. 검역 신청 시 구비서류 및 내용

구비서류	주요내용
제품에 사용한 원유를 생산한 농장 내역	원유 생산농장의 가축전염병 발생여부 확인용 소 브루셀라병, 탄저병, 결핵병, 요네병은 최초 또는 변경사항 발생 시 제출하고, 농장 내역이 동일한 경우 생략
품목제조	최초 또는 변경사항 발생 시 제출하고, 동일 제품의 경우에는 생략 단, 검역을 신청하는 지역본부·사무소가 변경될 경우처음에 한해서 제출
현물	최초 또는 변경사항 발생 시 제출하고, 동일제품의 경우에는 현품 사진 제출로 대체 사진은 제품 전체사진, 표시사항, 생산일자 및 유통 기한 등이 포함되어야 함 단, 검역을 신청하는 지역본부·사무소가 변경될 경우 처음에 한해서 제출
수출일정 등 관련서류	Invoice, B/L, Packing list 등
제품 생산일지	가공장 명칭, 주소, 생산기간, 유통기간, 수출물량 및 검사내용 등
수입신고필증	수입 원료를 사용하는 경우

1.2.2.6. 정부의 유제품 중국 수출기업 검역 검사 사후 관리(2015.07)

- 최근 중국으로 유제품을 수출하는 국내 기업이 늘어나고 있으며, 2014.05.01.로부터 중국 정부가 “해외 유제품 생산기업 등록제”를 실시하며 중국으로 유제품을 수출하는 기업 및 수출 제품에 대해서 수출국 정부 차원의 관리 강화를 요구하고 있다.
- 이에 한국 정부가 우리나라의 유제품 중국 수출을 확대하고 국내기업을 보다 효과적으로 지원하기 위해서 수출 검증 체계를 보다 체계화 하고자 실질적인 노력을 하고자 한다. 이를 배경으로 2015.07부터 가축전염병예방법령, 축산물 위생관리법령, 식품위생법령 등 관련 법령과 이와 관련한 세부 규정, 한·중 양국 정부 간 협의사항과 중국 정부의 요구 조건 등을 반영하여, 중국으로 유제품 수출 시 한국 관계 당국(농림축산식품부·식품의약품안전처) 및 유제품 수출 기업 등이 준수하고 이행하여야 할 검역·검사 절차와 방법을 규정하고 이를 국내 관련 협회 및 업계 등에 제공하고자 지침을 제시하였다.

- 사후관리는 검역본부장(지역본부장)는 수출검역 실적이 있는 업체·제품에 대해서 다음 반기 중 1회 이상 관할 수출 기업을 방문하여 지도, 감독한다(반기별 1회 이상 지도·감독). 식약처장은 매년 계획을 수립하여 ‘대 중국 수출기업(품목) 등록 평가표’로 중국 정부에 등록된 수출기업의 위생관리 시스템을 검증하여야 한다. 위 수출 기업 사후 지도, 감독 과정에서 문제가 확인된 경우, 중국 정부로부터 문제 발생 사항을 통보받은 경우, 농식품부(검역본부)와 식약처는 그 원인 등을 파악하여 해당 기업(제품)에 대한 수출검역 제외, 검역증명서 발급 중단(농식품부), 수출 기업 등록 목록 삭제(식약처) 및 개선명령 등 적절한 조치를 취할 수 있다.

1.2.2.7. 영유아조제분유 제품 배합비 등록 관리방법(2016.10.01. 시행)

- 2016년 6월 8일, 중국 식약품감독관리총국(食品藥品監督管理總局, CFDA)이 발표한 「영유아 조제분유 제품 배합비 등록 관리 방법(嬰幼兒配方乳粉產品配方註冊管理辦法)」이 10월 1일부터 시행되었다.
- 해당 법에 따르면 2018년 1월 1일 전까지 중국 내 생산 및 판매 허가를 받거나 중국 내 영유아 조제분유 수출 비준을 받은 기업의 경우 해당 제품의 유통기한까지는 판매를 할 수 있다.
- 해당 법이 시행되는 가장 큰 원인은 중국 내 분유의 품질문제(안전성, 영양학적)가 지속적으로 발생하고 있기 때문에 정부 측에서 배합비를 작성하는 근본적인 원리와 검증절차까지 검토하고 관리하겠다는 의미가 크다. 또한 소비자들이 품질이 좋고 신뢰할 수 있는 제품을 찾는 데에 심혈을 기울일 뿐만 아니라 교육과 소득수준이 높은 젊은 1,2선도시의 젊은 세대들의 눈높이가 높아지고 있기 때문에 영유아 제품 생산 기업은 안전한 제품 생산이 회사 장기 발전의 기본 원칙으로 삼고 있으며, 중국 정부 또한 품질 관리가 되지 않은 중소형 생산 업체들에게 규제를 통한 생산 중단을 유도하고 있다.

- 해당 법이 시행되면 동일 생산 공장에서는 최대 3개 브랜드를 등록시킬 수 있으며 차이점이 분명해야 한다는 조항이 있으며 안전성에 대한 요구사항이 높아지기 때문에 2,000여개의 브랜드 중 3/4는 사라질 것으로 전망되고 있다. 생존한 브랜드들이 매출과 물량이 늘어날 것을 기대하고 있으나 한편으로는 퇴출되는 브랜드들은 소규모 브랜드들으로써 market share는 지극히 적으며 3,4,5선 도시인 중소형 도시에서 판매되기 때문에 브랜드 인지도와 판로개척이 잘 되어 있는 대형제조사 브랜드들이 시장을 독식할 수 있다는 의견들도 있다.
- 해당 법에서 요구하는 사항은 기본적으로 GMP, HACCP을 실시를 요구하는 등 안전에 중점을 두고 있지만, 배합비의 과학성과 연구개발 능력, 연구 상황 및 원시 자료에 대하여 심사세척이 있는 만큼 배합비 구성에 대한 체계적이고 과학적인 데이터들이 축적되어 있는 제조사가 시장에서 생존할 수 있다.
- 2017.12.05.일 기준 82개 공장 250개 브랜드들이 등록되어 있으며 한국에서는 매일유업을 포함하여 남양유업, 롯데 총 3개 기업이 9브랜드를 등록하였다. 또한 판매 브랜드를 넓히기 위해 제 2공장을 생산기업으로 등록하여 배합비 등록까지 진행하고 있어 추후 한국에서 등록될 브랜드 수는 더 늘어날 전망이다.

1.3. 아시아권 영·유아 영양·안전관리를 위한 통합 DB 구축

1.3.1. 중국 수출용 조제분유의 안전성 모니터링 DB 축적

1.3.1.1. 중국 안전성 관련 이슈 모니터링

- 1차년도부터 한국 및 중국 법규를 토대로 영·유아 조제분유의 영양성분 권장량과 및 법규를 수집, 분석 하였으며, 중국 시장 진입 시 법률적 측면 및 주요 이슈사항을 분석하여 시사점을 도출하고자 하였다(표 20).

표 24. Information source

Source	Information
식품안전정보원	식약처에서 제공하는 구가별 식품 관련 정보
식약처 & 식품나라	신종 위해물질/부적합/행정처분/수출지원
식품 & 축산물 안전관리 인증원	위생관련 issue/사례/정부관계
AQSIQ(질검총국) & CNCA(국가인증평가원)	중국 식품 Issue/법령 예고·제정·개정/부적합
FDA(미국식품의약국)	식품안전성 issue/부적합
RASFF (EU 식품사료신속경보시스템)	부적합
식품저널	국내외 식품관련 기사
국내외 portal 사이트	매일유업, 식품, 우유, 분유 관련 Key World 관련 정보

○ 중국의 축산물을 포함하여 조제분유와 관련된 이슈사항을 월별로 분류한 결과 총 140건이 분석되었으며, 이중 절반인 70건이 정책동향 및 법률과 관련된 내용으로 확인되었다. 특히 조제분유와 관련된 내용이 주를 이룬 것은 “특수의학용도조제식품” 등록 법규와 분유조제방법 등록제도(배합비 등록 제도)의 실시에 따른 경향으로 추론할 수 있다. 또한 조제분유 및 식품의 관리감독이 강화됨에 따라 부적합(내수, 수출 포함)관련 이슈사항이 52건에 해당하여 2번째로 많이 분석되었으며, 특히 조제분유 등록제도 실시 이후 첫 해외제품(독일, 프랑스) 등록 자격 취소가 있었고 세부적으로는 품질과 라벨 부적합 판정에 따른 결과로 파악 되었다. 이에 매일유업에서도 중국 수출 제품에 대한 철저한 품질관리 및 표기사항 관리를 시스템화하여 관리하고자 한다(표 21).

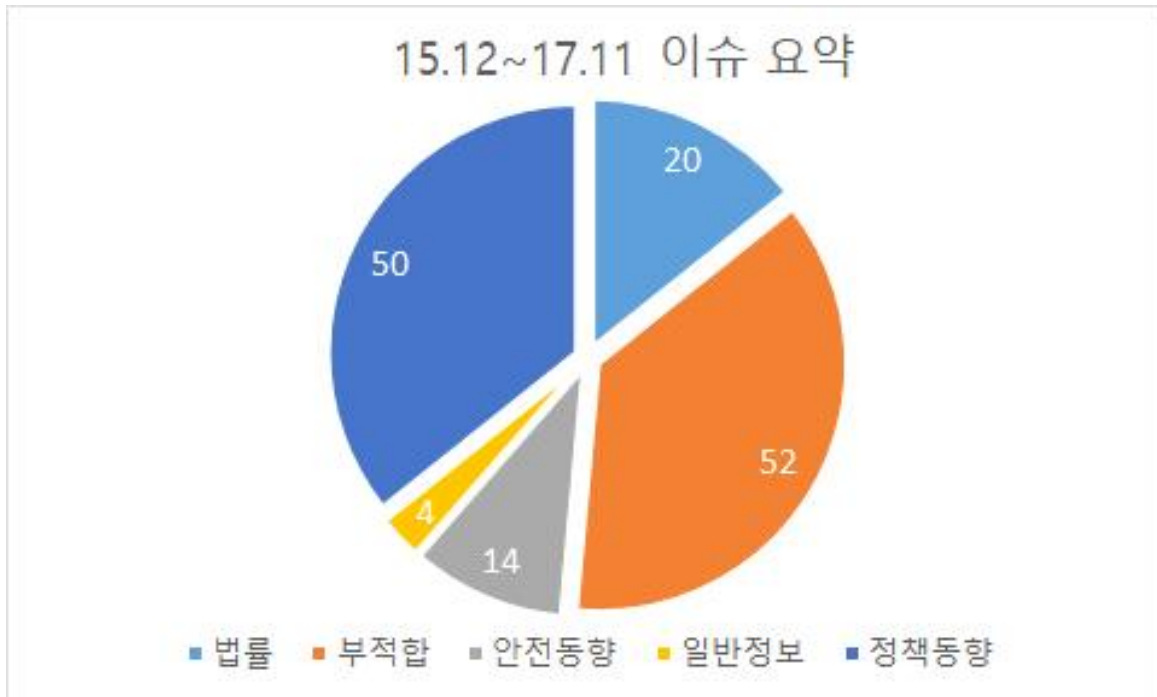


그림 15. 2015.12 - 2017.11 중국내 이슈.

○ 중국에서 대표적으로 시행하였던 모니터링 내용은 아래와 같다.

1) 중국 OKOer, 임산부 분유 9종 평가(2016년 09월 09일)

- ☑ 중국의 외코테스트는 “독일 독립평가기구 OKO TEST로부터 비롯된 브랜드로 몇몇 유럽 3자 기관에서 과학적인 지원을 해주고 있으며 북경 OKO 과학기술 유한공사가 총 운영 책임. OKO는 모든 검사 제품에 대해 무작위 샘플링 방식으로 구매하여 기업의 초청 및 기업 측에서 보낸 검사 샘플을 받지 않으며, 검사는 해외에서, 검사 결과는 독립적으로 이루어짐.”임산부분유 평가 감점 항목: 영양소(비타민, 미네랄) 평가, 엽산 및 요오드, 철, 구리, 망간, 건강 강조표시, 염소산염 또는 과염소산 함량, 미네랄 오일(MOSH / POSH) 함량

2) 중국질검총국, 8월 부적합 수입식품 234건..., 2016년 09월 28일

- ☑ 국가질검총국이 '2016년 8월 부적합 수입 식품 및 화장품 정보'를 발표, 한국 부적합 식품 61건 차지(오리온 과자, 농심 신라면 등 제품 포함)
- ☑ 주요 부적합 원인, 식품첨가물 사용범위 또는 기준치 초과 사용, 영양강화제 불법 사용, 균락 총수 기준치 초과, 효모 기준치 초과, 대장균균 기준치 초과
- ☑ 비소 기준치 초과, 수분 기준치 초과, 포장 불합격, 라벨 불합격 등
- ☑ 조치내용: 반송 또는 폐기 처리

표 25. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황

구분	내용	분류
	중국 광둥성 식약감독국, 2015년 식품감독 샘플검사 정보(제16기)_ 유제품 및 유제품 함유 식품	안전동향
	중국 광시좡족자치구 식품약품감독관리국, 2015년 국가총국 집행 식품안전감독, 샘플검사 상황 공고(제17기) - 음료	안전동향
	중국 닝샤 Hongguo Dairy(사), 영유아조제분유 긴급회수에 관한 공고	부적합
	중국, '분유조제방법 등록제도' 빠르면 12월 말 결정될 듯	정책동향
2015. 12월	중국 광둥성 식품약품감독관리국, 2015년 식품 감독 샘플검사 정보(제17기) - 특수식이식품(1)	부적합
	중국 국가식품약품감독관리총국, "식품안전법 실시 조례" 개정초안의 공개적 의견수렴에 관한 의견	정책동향
	중국 국가품질감독검사검역총국, "수입식품 해외생산기업 등록 실시 목록 업데이트에 관한 공고"(2015년 제152호)	법률
	중국, 'SHI BU' 고칼슘 우유에서 대장균군 검출	부적합
	중국 주하이시 식품약품감독관리국, 2015년 유제품 및 기타 유함유 식품 샘플검사 정보 공고	부적합
	중국 질검총국과 식약총국, 식품안전 관리감독 협력각서 체결	안전동향
	중국 국가위생및가족계획위원회, "식품첨가물 헥사메타인산나트륨" 등 47개 식품안전국가표준 발표(2015년 제9호)	법률
	중국, '다논','명뉴' 요거트 종합평점 우수...유산균 음료 영양적 가치 낮은 편	안전동향
	식품안전법 실시세칙 개정초안 발표 알림 및 번역본 공유	법률
2016. 01월	<영유아조제분유 생산기업 식품안전 이력추적 정보기록 규범에 관한 통지> 공포	법률
	중국 위생및가족계획위원회, 권고성 위생업계표준 "영양 용어" 발표에 관한 통고	정책동향
	중국 광둥성 식약감독국, 영유아식품 3로트 부적합 검출	부적합
	중국, 국산/수입산 조제분유 동일하게 관리	정책동향
	중국 식품약품감독관리국, 'SC'마크 보는 방법 지도	정책동향
	중국 상무부, 식품 등 7대 제품 이력추적 시스템 구축 중점적으로 추진	정책동향

표 21. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황(계속)

구분	내용	분류
	중국 충칭시, 작년에 가짜 브랜드 독일산 분유 적발	부적합
	중국, 영유아조제분유 매월 샘플검사 시행할 예정	정책동향
	중국 광시좡족자치구 식품약품감독관리국, 2015년 유제품 생산감독 및 샘플검사 정보 공고	부적합
	중국 위생및가족계획위원회, "식품영양강화제 마그네슘글루코네이트" 등 식품안전국가표준 9건 의견 수렴에 관한 서한	정책동향
	중국 시진핑 "식품안전은 정부 책임...관리·처벌 대폭강화"	정책동향
	중국 식약총국, '2016년 식품안전 샘플검사 계획' 발표	법률
	중국, 영유아조제양분유 리스크 높아...2016년 특별단속할 예정	정책동향
	중국 베이징, 2015년 '중대한 식품안전사고' 미발생, 2016년엔 '원천 관리감독' 강화할 것	정책동향
2016. 02월	중국 식약감독총국, 온라인 식품 감독관리방법 상반기에 마련될 예정	정책동향
	중국 산시성 Hongqi Dairy(사)의 식품 회수 공고	부적합
	중국 광시, 유제품기업 2곳 제품 부적합 판정	부적합
	중국, 식품안전국가표준 "임신부 및 수유부 영양보충식품(GB31601-2015)"에 대한 Q&A	일반정보
	중국, 2016년 식약감독당국의 사건 조사처리 관련 6가지 중점 업무	정책동향
	중국 광시 식약감독국, 2015년 국가식약총국 식품안전감독 샘플검사 이행 상황에 관한 공고(제28기)	부적합
	중국 산시성 식약감독국, 부적합 식품 6로트에 관한 통고	부적합
	중국, 17개 유제품기업 대상으로 식품안전감사 실시, 일부 기업에선 검사기록 위조 혐의 확인돼	부적합
	중국 산둥성, 다음 달부터 유제품 생산허가증 신청 '전 과정 온라인화'	정책동향
2016. 03월	중국, 'Wyeth illumina 분유'에서 검은색 이물질 나와...식약당국 조사 개입	부적합
	중국 식약총국, "특수의학용도 조제식품 등록 관리 방법" 설명자료(Q&A) 알림	법률
	중국 허난, 2015년 수출입 제품 품질 안정적...부적합 식품 소각 또는 반송	부적합
	중국식품루머진상규명연맹(CFRA) 3월 15일 공식사이트 오픈	안전동향
	중국 상하이, 수입 브랜드 모방한 가짜분유 약 1.7만 개 유통	부적합

표 21. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황(계속)

구분	내용	분류
	중국 식약총국, "특수의학용도 조제식품 등록 관리 방법" 관련 하위문건 의견 수렴	정책동향
	중국 상하이 가짜분유 유통사건 BEINGMATE(사), 조사 결과 문제제품 발견되지 않아	안전동향
2016. 04월	중국 질검총국, "수입식품접촉제품 검사 감독관리 업무규범" 공고(2016년 제31호)	정책동향
	중국 상하이 가짜분유 유통사건) 영유아분유기업 판매경로 재정비할 것	안전동향
	중국, 2018년 1월 1일부터 제품조제방법 등록증서 없는 영유아조제분유 판매 금지	정책동향
	중국 유아용 분유 조제법 등록제, 이르면 내년 5월 실시	정책동향
	중국 식약총국, 분유기업 5곳 감사 부적합	부적합
2016. 04월	중국 텐진, 문제 수입 분유 반송처리	부적합
	중국 산시, 영유아 조제분유 품질 감독관리 강화	정책동향
	중국 텐진 등장검사검역국, 수입분유 반송 처리	부적합
	중국 분유시장 규모 1221억 위안	일반정보
	중국 하이난성, 수입산 영유아 조제분유 '정밀 검사'	정책동향
	중국에 또 '저질 분유' 파동...전국에 2만 통 유통	부적합
	중국 식약총국 판공청, 영유아 보조식품 생산허가증 심사 세칙(2016년판) 공개 의견수렴에 관한 의견	정책동향
2016. 05월	중국, 영유아 보조식품 생산허가심사 세칙 초안 발표	정책동향
	중국, Hongqi Dairy(사) 제품에서 병원성 미생물 검출...영유아 양분유 기업 최초로 형사범죄 혐의	부적합
	중국의 해외 온라인쇼핑 정책...분유는 완화하고 화장품은?	정책동향
	중국 OKOer, 해외브랜드 1단계 분유 15종 평가	일반정보

표 21. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황(계속)

구분	내용	분류
2016. 05월	중국 광둥성 식약감독국, 영유아조제분유 생산기업 5곳에 대한 식품안전감사 결과 통보	부적합
	중국 위생및가족계획위원회, "중국인 식이지침(2016)" 발표	정책동향
	중국, 처음으로 해외분유브랜드 등록자격 중단	안전동향
	중국, 독일과 프랑스 분유브랜드 등록자격 중단	부적합
	중국 식약총국, "영유아조제분유 제품조제방법 등록 관리 방법" 발표	법률
	중국 식약총국, 2015년 국산 영유아조제분유 샘플검사 결과, 약 99% 합격	정책동향
2016. 06월	중국, 2016년 1~5월 식품·농산물·수출입식품 샘플검사 모니터링 정보 공개	부적합
	중국, 온라인식품 감독관리 방법 마련할 예정...제3자플랫폼 의무 세분화	정책동향
	중국 하이룽장성 식약감독국, 영유아조제분유 문제샘플 조사 처리 상황 공고	부적합
	중국, 식품안전 책임보험 시범 범위에 분유, 온라인식품 포함	정책동향
	중국 유업계 애널리스트, '영유아조제분유 조제방법 등록제' 제대로 정착하려면 10월까지 기다려야	정책동향
	중국 위생및가족계획위원회, 올해도 식품안전표준 계속해서 발표 시행할 것	정책동향
	중국 식약총국, 특수의학용도조제식품 등록 관리 과도기 설정에 관한 공고(2016년 제119호)	법률
2016. 07월	중국, Jubilee브랜드 영아분유 품질검사 연달아 불합격에 현지 정부 입건 조사	부적합
	중국 식약총국, "특수의학용도 조제식품 등록 관리 방법" 관련 하위문건 공고(2016년 제123호)	법률
	중국 텐진, 독일에서 수입된 부적합 영유아 곡류 보조식품 소각	부적합
	중국, 해외지구 유명 분유 19건 중 40% 부적합	부적합
2016. 08월	중국 질검총국 제품품질감독사, 2016년 식품관련제품 국가 감독샘플검사 실시세칙 발표	정책동향
	중국 특수의학용도 조제식품 등록 관리 방법 하위규정 번역본 공유	정책동향
	중국 식약총국, "국가식품약품감독관리총국 특수의학용도조제식품 등록심사평가 전문가풀 관리 방법(시범)" 통지	정책동향
	中 유통기한 지난 육류 쓴 美업체에 40억 원 과징금	안전동향
	중국 신장 식약감독국, 2016년 제5기 자치구 식품 특별감독 샘플검사 정보에 관한 공고	부적합
	중국 국가식품안전위험평가센터, 효모 β-글루칸 등 식품첨가물의 사용범위 개정 예정	정책동향
2016. 10월	중국 식품안전법 실시조례(수정안 심사고)에 대한 의견수렴 공고	법률
	중국 위생및가족계획위원회, "유당" 등 식품안전국가표준(의견수렴고) 15건 의견수렴에 관한 서한	정책동향
	중국, "식품안전법 실시조례" 개정초안 심사원고 영유아 조제분유편(하) 영유아 조제분유 안전보호-법률책임	정책동향
	중국 "식품안전법 실시조례" 의견수렴 진행, 관련 규정에 따라 GMO식품 명확히 표시	정책동향
	중국 푸젠성, 특수식이제품 2건 부적합 판정	부적합

표 21. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황(계속)

구분	내용	분류
2016. 11월	중국 질검총국, 수입식품기업 195곳에 대해 엄격한 관리감독조치 취하기로 결정	정책동향
	중국 식약총국, 분유생산기업 4곳의 식품안전생산규범체계 조사 결과 발표	안전동향
	중국 신장 식약감독국, 25대 식품 샘플 895건 중 28건 부적합	부적합
	중국, 호주 유제품 생산기업 또다시 중국 등록자격 중단	부적합
2016. 12월	중국, 저온살균유라고 판매하는 수입 브랜드 우유 실제로 고온살균유?	안전동향
	중국 식약총국, 환원유 라벨표시 감독관리 검사 업무 정황에 관한 통보	부적합
	중국 식약총국, 영유아조제분유 감독관리 관련 업무를 더욱 강화할 것에 관한 공고(2016년 제184호)	정책동향
	중국 장시성 식약감독국, 2016년 제35기 식품안전 감독샘플검사 정보 통고(유제품)	부적합
	중국 식약총국, 2017년 식품안전 샘플검사 품목, 검사항목, 방법에 대한 공개적 의견 수렴	정책동향
	중국 텐진 검사검역국, 부적합 수입산 과즙음료 폐기	부적합
	(중국) 영유아 조제분유 제품 등록 세부지침 공고	정책동향
	중국 식약총국, 유제품기업 7곳 생산 관리에 결함 발견	부적합
	중국 저장 리수이, 수입산 분유 단백질 함량 미달로 폐기	부적합
	중국 질검총국, '2016년 10월 부적합 수입 식품 정보' 발표	부적합
2017. 01월	중국, 모든 식품유형 기본적으로 포괄하는 식품안전국가표준시스템 올해 연말까지 구축	정책동향
	중국 식약총국, 2016년 11월 영유아조제분유 샘플검사 결과 공고(2016 제171호)	부적합
	중국 식약총국, 식품보충검사방법 업무 규정 발표에 관한 통지	정책동향
	중국 식품안전법 관련 식품검사규격 발행	정책동향
	중국 식약총국, 2017년 식품안전 샘플검사 계획 및 요구에 관한 통지	정책동향
	중국 식약총국, 식품검사업무 규범 하달에 관한 통지	정책동향
	중국 국가식품안전표준, 영유아 식품 및 유제품에서 지방산의 측정	법률
	중국, "영유아분유 라벨 관리 방법" 곧 마련할 예정	정책동향
	중국 식약총국, 현재 중국의 식품안전상황 전반적으로 안정	안전동향
	중국 간쑤성 식약감독국, 조제분유 부적합 적발	부적합
2017. 02월	중국 식약총국, "영유아조제분유 제품조제방법 등록 관리 방법" 관련 문건의 공개적 의견 수렴	법률
	중국 식약총국, "특수의학용도 조제식품 생산허가 심사 세칙" 공개적 의견 수렴	법률
	중국 국가식품안전위협평가센터, 영유아조제식품 표준 개정 착수	정책동향
	중국 식약총국, '식품안전사기행위 조사처리 방법' 의견 수렴 통지	안전동향

표 21. 2015년 12월부터 2017년 11월까지 이슈 현황(계속)

구분	내용	분류
	중국, 3월부터 영아조제식품 검사항목에 엽황소와 뉴클레오티드 포함	정책동향
	[중국]국가질검총국, 호주산 영아조제분유가 '타우린' 함량 기준치 초과로 부적합	부적합
2017. 03월	중국, 식품안전 국가표준 82건 3월 시행 알람	법률
	가짜 분유의 중국 유입 여부 조사 중	부적합
	중국 제13차 5개년 국가식품안전계획 발표 알람 및 관련 정보	정책동향
	[중국]국가식품약품감독관리총국(CFDA), 2017년 2월 부적합 영유아조제분유 공고(2017년 제50호)	부적합
2017. 04월	중국 네이멍구, Eurbest, Yoyi 유업 영아 분유에서 장내세균 검출	부적합
	중국 식약총국, 3월 영유아 조제분유 4건 부적합	부적합
	중국 질검총국, 3월말 부적합 A2 분유 등 영유아조제분유 3건 소각 반송 처리	부적합
	중국 식약총국, 영유아조제분유 생산기업의 소독청결상황 조사에 관한 통지	법률
2017. 08월	중국 위생및가족계획위원회, 식품안전국가표준 목록 발표	법률
	중국 질검총국, 수출입 검사검역 업계 표준에 관한 통지	법률
	중국 질검총국, 6월달 수입 유제품 부적합 중국 상하이시 식약감독국, 유아조제분유 부적합 발표	부적합
2017. 09월	중국 식약총국, 분유기업 2곳에 시정 명령	부적합
	중국 국가인증인가감독관리위원회, 스위스분유공장 등록 자격 정지 중국 CCTV, 유명 브랜드 해외직구 분유 검사실시	부적합
	중국 AQSIQ 7월 통관거부 한국식품 리스트 발표	부적합
2017. 10월	중국 질검총국, "출입국 검사검역절차 관리 규정" 하달 통지	법률
	중국 질검총국, "수출식품생산기업 신고 관리 규정" 발표	법률
	중국, 식품용 향료 1종, 식품첨가물 4종의 사용범위 확대 공고 발표	법률
	중국 위생및가족계획위원회, 2017년 식품안전국가표준 입안 계획 공개적 의견 수렴 알람	정책동향
	중국, 특수식품의 샘플검사 합격률 발표 알람	안전동향
2017. 11월	중국 식약총국, 20개 유업 조사 정황 통보	부적합
	중국 질검총국, 8월 부적합 수입식품 정보 발표	부적합
	중국 시무유업(사), 품질유지기한 경과한 원료 사용	부적합
	중국, "2016년 중국인 건강 상황 보고서" 발표	일반정보

1.3.1.2. 중국 수출용 조제분유 분석 DB화

○ 1차년도부터 영유아조제분유의 안전성 및 영양성분에 대한 필수 검사항목을 지정하여 반제품과 완제품을 분석을 진행하였다(표 22). 이에 안정적인 제품이 중국에 전달 될 수 있도록 제품을 설계, 관리하고 있다.

표 26. 영유아 조제분유 검사항목

영양분	위해성분
단백질	균락총수 (활성균종 첨가 제품에는 해당되지 않음)
지방	
비타민A	
비타민 D	대장균군
비타민E	
비타민K1	
비타민B1	살모넬라
비타민B2	
비타민B6	
비타민B12	사카자키균 (0-6개월령제품)
엽산	
판토텐산	
비오틴	황색포도상구균 (0-6개월령)
콜린	
이노시톨	
타우린	질산염
L-카르니틴	
칼슘	아질산염
인	
요오드	납
셀레늄	
철	
구리	아플라톡신M1
아연	

○ 중국의 영유아 조제분유의 영양성분 규격에 대한 조사는 1차년도에 이번 과제를 통해 완료하였으며, 더불어 2차년도에는 GB 7718-2011의 “영양성분은 표기치의 80%이상 함유되어 있어야한다”라는 규정에 따라 2015년 12월~2016년 8월 사이에 분석한 결과를 80%미만일 경우 부적합(Red zone), 80~90%일 경우 의사결정(Yellow zone), 90%이상(Green zone)으로 구분하여 매 lot별 관리, DB를 축적하였다.

○ 아래 그림 16과 같이 생산별 편차가 큰 주요 미량원소들을 2015년 11월~2016년 8월까지 분석하였을 때 표기치 대비 분석치가 80%~90%인 yellow zone에 속한 원소인 비타민A,D와 칼슘, 타우린은 배합비 조정을 통해 90%이상 검출 될 수 있도록 관리하고 있다.

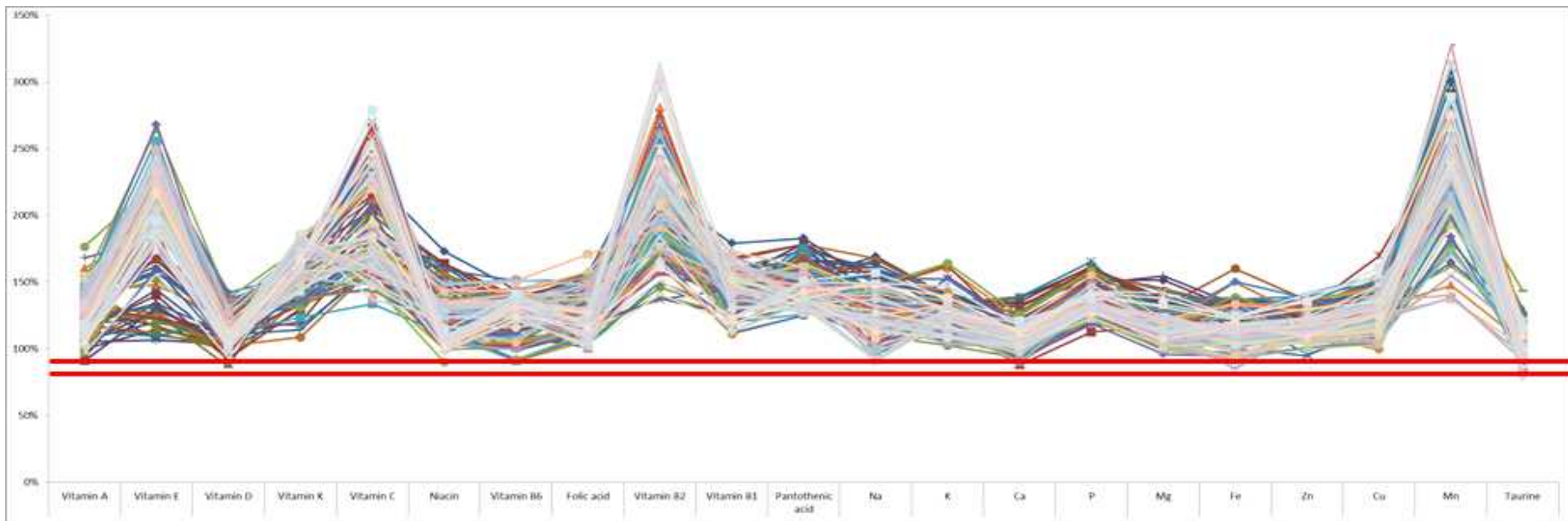


그림 16. 주요 미량원소 분석 추이.

1.4. 시장조사를 통한 조제분유 트렌드 분석

1.4.1. 시장조사 지역 정보

- 실제 중국 조제분유 시장 현황을 파악하기 위해 1선도시인 상해지역의 주요 영유아용품 판매점, 대형 마트, 소형 마트를 표 23과 같이 13개로 지정하여 시장조사를 실시하였다.

표 27. 중국 조제분유 시장 현황 파악 대상 판매점

상호명	주소
No1 Yaohan	No.1 Yaohan Nextage, New Shanghai Shopping Center
Family Mart	Tesco 545 Jinling E Rd Huangpu
7-Eleven(황푸점)	Tesco 545 Jinling E Rd Huangpu
Lotus(푸동점)	168 Lujiazui W Rd LuJiaZui, Pudong, Shanghai
Family Mart	3211 Hong mei Rd Minhang, Shanghai
1004 Mart(민항점)	1078 Hong Quan Lu Minhang Qu, Shanghai Shi
Carrefour(Gubei점)	268 Shuicheng S Rd Changning, Shanghai Shi
APITA(금홍교金虹橋店)	179 Maotai Rd Changning, Shanghai
주광 Fresh mart	99 Xian Xia Lu HongQiao, Changning Qu, Shanghai Shi
Rt-Mart(Daning점)	Block 12, Daning International Commercial Plaza
Ole(Grand Gateway Plaza)	1 Hongqiao Rd XuJiaHui, Xuhui, Shanghai Shi
Mogobaby Baby Shopping Mall	Yuntai Rd Pudong, Shanghai
City Shop	3211 Hong mei Rd Minhang, Shanghai

1.4.2. 중국 내 조제분유 트렌드

○ 중국 조제분유 주요 브랜드들을 대상으로 트렌드를 분석하였다(표 24).

표 28. 중국 조제분유 트렌드

항목	주요내용
제품 단계 구성	1단계 : 0-6개월/2단계 : 6-12개월/3단계 : 12-36개월 4단계 있는 경우, 3-7세 아동분유로 바닐라맛 첨가됨
주요 소구사항	OPO(Sn-2), 알파-락트알부민, 루테인, 프리바이오틱스, 프리바이오틱스 DHA, ARA, 콜린, 뉴클레오타이드 원장징구(100% 수입원유) 모유연구, 임상연구한 것을 제품 패키지에 로고화하여 소구
패키지	제품특징에 대해 diagram 활용하는 추세는 지속 & 강화 스푼캡 적용하는 제품들 늘어나고 있음
브랜드	기 수입브랜드들의 중문표기 늘어남. 중영문 브랜드 동시 표기 추세
제품 홍보	중국 표시 법규 강화에 따라 특정 성분을 원료 상표화 또는 로고화하여 홍보가거나, 다이어그램을 통해 제품 특징 소구 생태목장에서 젖소사육~원유 집유~생산~검역~포장~판매단계까지의 일체화 시스템 및 전 과정 traceability를 QR코드로 홍보

☑ 제품단계: 한국의 경우 70%정도의 조제분유의 단계 구분은 아래 표 25와 같이 중국의 단계 구분과는 차이가 있다. 단계 구분에서 주목할 점은 중국에서 4단계는 4세 이상의 어린이가 섭취하는 제품이며 바닐라 향이 첨가된 ‘formulated milk powder’이다. 이는 infant formula와 다른 유형의 제품이며 조제분유에서 시장 확장개념으로 어린이 대상의 제품을 출시하고 있는 경향이 있다. 한국에서는 어린이 섭취 대상의 제품이 있지만 조제분유 라인업과 따로 운영하고 있으므로 향후 시장 확장의 개념에서 눈여겨 볼만한 요소이다(표 25).

표 29. 조제분유 단계 구분 경향

구분	1 단계	2 단계	3단계	4단계
한국 트렌드	0-3 개월	3-6 개월	6-12 개월	12-36 개월
중국 트렌드	0-6 개월	6-12 개월	12-36 개월	36 개월 이상

☑ 주요 소구사항: 중국의 경우 한국과 달리 특정 제조사만이 첨가하는 성분과 함량으로 소구하는 것이 아니라, 법적으로 지정된 영양강화제 성분만으로 소비자들에게 소구하고 있다. 경향으로 보면 DHA와 ARA는 기본 소구사항이며 OPO, 루테인 등이 프리미엄 제품군에 많이 홍보되고 있다. 영양성분 이외의 특이적인 소구사항으로는 해외브랜드 뿐만 아니라 자국 브랜드조차 100% 수입원유 또는 원료를 사용한다는 것을 강조하고 있다. 이는 자국민들의 자국원료에 대한 불신에 의한 태도에서 비롯된 것으로 판단된다. 아래 표 26과 같이 소구점별로 어떠한 내용을 담고 있는지에 대하여 간략하게 정리하였다.

표 30. 중국 조제분유의 주요 소구점 및 내용

소구점	소구내용
OPO(Sn-2)	지방의 소화흡수 우수성 강조 프리미엄/매스티지/매스 제품에 따라 OPO 함량의 차이를 두기도 함
알파-락트알부민	성장 발달관련 성분 인체친화 단백질/고품질유청단백으로 홍보
루테인	시력 발달소구
프리바이오틱스	장 건강을 위한 원료로서 소구 저가제품의 기능성원료로 많이 활용됨 식이섬유소/GOS 단독/GOS+FOS 형태로 사용 GOS: FOS에 대한 비율 소구 드물고 GOS를 중점적으로 홍보 (FOS는 효과가 명확히 입증된 바가 없다고 설명)
프로바이오틱스	면역 기능 소구 대부분 BB-12 사용 매스티지 이상의 제품에 주로 배합
100% 수입원유 (원장징구)	중국 소비자의 수입브랜드에 대한 선호를 반영한 듯 원장징구를 제품 주표시면 상단에 크게 표기 명유의 경우 영유아용제품은 모두 수입산 원유/분유 사용 강조









- ☑ 패키지 : 수많은 브랜드들에 비하여 소구점이 단순하여 자신의 브랜드만의 앰블럼으로 시각적 효과를 극대화 시켜 소비자들에게 돋보이게 하는 것이 특징적이다(그림 17).



그림 17. 중국 주요 조제분유브랜드의 앰블럼 사용 현황.

1.4.3. 중국 주요 조제분유 제조사 제품 영양성분 함량 분석

- 중국 주요 조제분유 제조사 제품의 1단계 중 고가분유(37 RMB/100g 이상)와 중가분유(25~34 RMB/100g)로 나누어 분석을 실시하였다.
- ☑ 특이한 점은 해외 글로벌 기업과 로컬 기업 모두 증가와 고가분유에 따라 기능성 성분이 일정 함량 이상 높다거나 종류가 많은 것이 아니며, 기능적으로 뛰어난 분유가 비싼 분유가 아니었음.
- ☑ 이는 소비자 조사내용 중 조제분유 구매 시 분유통 표시사항 중 가장 관심 있게 보는 항목과 평소 조제분유 구매 시 중요시 하는 부분 유사한 결론을 알 수 있었다. 제품을 선택할 시에 ‘원료/원산지’와 ‘제품 브랜드’를 꼽은 비율이 각각 74.7%, 62.2%로 ‘제품의 기능’ 47.9%보다 높은 요소로 작용하기 때문에 기능성 성분보다는 해외 생산-해외브랜드 또는 로컬기업이더라도 100% 해외원료를 사용한 인지도 높은 브랜드를 프리미엄이라고 판단하고 소비를 하는 경향을 제품 영양성분 조사에서도 확인할 수 있었음.

Brands		Eleva	Nutrifant	Diamor	Illuma	Youthbase Super Gold	Love+	Adimil Adigest	Super Alpha Golden
Manufacturer		Abbott	Nutricia	Dumex	Wyeth	Synutra	Beingmate	Biostime	Yashily
Image									
소비자가격	RMB/캔	378	425	338	418	368	388	388	358
Cost	RMB/100g	42.0	47.2	37.6	46.4	40.9	43.1	43.1	39.8
단백질	g/100g	10.6	10.4	10.4	11	12	12	11	11.55
DHA	mg/100g	54	91	91	57	12	55	35	48
ARA	mg/100g	107	91	91	98	18	110	35	100
OPO	g/100g			3.4	3.2			4.8	3.22
Lactoferrin	mg/100g					15	38		35.5
Lutein	µg/100g	91			64	51	50		90.1
CPP	g/100g								200
GOS	mg/100g	2800				300		2000	1000
FOS	mg/100g					300			1000
Polydextrose 등	mg/100g		6100	5900	2400	300	920		
Total Prebiotics	mg/100g	2800	6100	5900	2400	900	920	2000	2000
Probiotics	O/X	X	X	X	X	X	X	X	X


Brands		Gold Xi Kan g Bao	Nutrilon	Precinutri Care	S-26	Enfamil A+	NAN	Champion Baby	Adimil Adigest	My Angel Ling Yu	A-Golden	Bes Kido
Manufacturer		Abbott	Nutricia	Dumex	Wyeth	Mead Johnson	Nestle	Beingmate	Biostime	Synutra	Yashily	Yili
Image												
소비자가격	RMB/캔	278	260	258	119	283	258	285	288	248	298	228
Cost	RMB/100g	30.9	28.9	32.3	29.8	31.4	28.7	28.5	32.0	27.6	33.1	28.5
단백질	g/100g	10.6	9.6	10.4	10.4	10.7	9.86	12.3	11	11.5	11.85	10.9
DHA	mg/100g	54	47	91	95	90	90	28	35	91	60	60
ARA	mg/100g	107	81	91	95	180	90	56	35	91	108	80
OPO	g/100g				-			3.8	3.2			
Lactoferrin	mg/100g										32	34.8
Lutein	µg/100g	100			88						99.8	40
CPP	g/100g				-			30				
GOS	mg/100g	3200				1530			2000	2330	1010	500
FOS	mg/100g									340	1010	420
Polydextrose 등	mg/100g		4400	5900	2300	1560		588				
Total Prebiotics	mg/100g	3200	4400	5900	2300	3090	0	588	2000	2670	2020	920
Probiotics	O/X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X	O

그림 18. 고가/중가분유의 주요 영양성분 함량.

2. 중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 체계화

[제 1위탁: 한국 갤럽조사연구소, 제 2위탁: 성균관대학교 김용준 교수]

2.1. 중국 수유부 대상 현지 설문조사

2.1.1. 조사 배경 및 목적

- 위기 요인(수요자 우위의 시장, 경쟁 심화)과 기회 요인(중국 내 조제분유 소비 고급화 및 수출시장 확대, 안전에 대한 욕구 상승)이 혼재하고 있는 중국 조제분유 시장에 대해 객관적·체계적인 수출 전략 및 마케팅 전략 수립이 필요한 실정이다.
- 이에 본 설문조사는 중국 소비자들의 조제분유 구매 행태 파악을 통해 제품 포지셔닝을 재정립함으로써 우리나라 조제분유의 성공적인 수출 전략을 모색하는 데 필요한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다(그림 19).



그림 19. 조사의 배경 및 목적.

- 이러한 목적 달성을 위하여, 본 조사 관련 담당자(제 1세부: 매일유업, 제 2위탁: 성균관대학교 김용준 교수) 간 회의를 통하여 본 조사의 구체적인 방향성 및 조사 세부 설계를 확정하였다.

- ☑ 특히, 최초 계획 시에는 중국 내 1~3선 도시를 모두 포함한 nationwide 조사를 기획하였으나, 매일유업에서 진행한 사전 연구조사 결과를 바탕으로 하여, 현실적으로 시장 진입이 어렵다고 판단되는 1선 도시(북경, 상해 등)는 조사 대상 지역에서 제외하고, 관련 담당자 회의를 통하여 2~3선 도시 중 시장 잠재력이 높다고 판단되는 4개 지역(정저우, 우한, 시안, 청두)을 최종 조사 대상 지역으로 선정
- ☑ 조사 방향성은 최초 계획과 동일하게 중국 소비자 소비행태, U&A(Usage and Attitude), life style(생활 습관), 5C, TOWS분석 등 실질적인 수출 전략 수립에 필요한 자료를 확보하는 것으로 확정

2.1.2. 조사 설계

2.1.2.1. 기본 설계

○ 본 조사의 기본 설계는 다음 그림 20과 같다.

조사 대상	<ul style="list-style-type: none"> ● 조사일 현재 출생 후 24개월 미만 자녀를 두고 있으며, 조제분유를 먹고 있는 부모
조사 지역	<ul style="list-style-type: none"> ● 정저우(Zhengzhou)/우한(Wuhan)/시안(Xi'an)/청두(Chengdu)
표본 크기	<ul style="list-style-type: none"> ● 총 2,131 표본(유효표본 기준) ※ 조사대상 지역별 500표본 이상 확보
조사 방법	<ul style="list-style-type: none"> ● 온라인 조사(On-line Survey) ※ 조사주요 대상자(20~30대 부모)의 높은 인터넷 이용률을 감안, 온라인 조사 방법 적용. 특히 이미지, 동영상 등 다양한 Material 활용이 용이한 온라인 조사 특징 활용, 응답 편의성 강화
설문 소요 시간	<ul style="list-style-type: none"> ● 약 20분 내외

그림 20. 중국 수유부 대상 현지 설문조사 기본 설계.

2.1.2.2. 설문 설계

- 대상 지역(정저우, 우한, 시안, 청두)에서의 수출전략 도출을 위한 설문항목을 설계하였다.
 - ☑ 제 2위탁과제인 조제분유 개발 전략 수립에 필요한 분석(5C analysis, TOWS 분석, STP Strategy, 4P 분석, 원산지 효과 파악)을 위한 기초자료 산출이 가능하도록 문항 구성
 - ☑ 1차 초안 작성 후 본 조사 관련 담당자(제 1세부 : 매일유업, 제 2위탁 : 성균관대학교 김용준 교수) 검토 및 수정 관련 회의 진행
 - ☑ 회의 결과를 바탕으로 작성된 수정안 재검토 후 최종 국문 설문지를 확정
 - ☑ 확정된 최종 국문 설문지를 기준으로 현지 언어(중국어) 번역 및 번역본 감수를 진행, 최종 조사용 설문지를 산출
- 설문 설계 결과 산출된 전체 설문 문항 내용은 다음 그림 21과 같다. 최종 산출된 설문 문항을 기준으로, 온라인 조사 진행을 위한 웹 설문 프로그래밍 단계를 진행하였다.(그림 22).

구분	문항	구분	문항
I. 조제분유 구매·소비 태도	문1) 아기용품 관련 정보 획득 경로	V. 조제분유 생산지별 인식	문22) 중국에 대한 전반적 국가 이미지
	문2) 온라인 정보 접근 시 주이용 단말기		문23) 한국에 대한 전반적 국가 이미지
	문3) 분유에 대한 평소 생각		문24) 미국에 대한 전반적 국가 이미지
	문4) 평소 조제분유 구매 시 중요시 하는 부분		문25) 프랑스에 대한 전반적 국가 이미지
	문5) 조제분유 구매 주 경로		문26) 중국 생산 조제분유에 대한 이미지
	문5-1) 온라인 조제분유 구매 시 주이용처		문27) 한국 생산 조제분유에 대한 이미지
	문6) 월 평균 가구소득 중 자녀용품 구매 비용 비중		문28) 미국 생산 조제분유에 대한 이미지
	문7) 식료품 및 생활용품 구입 빈도		문29) 프랑스 생산 조제분유에 대한 이미지
	문8) 조제분유 구입 빈도		문30) 중국 조제분유 브랜드 이미지
	문9) 조제분유 1회 구매 시 구입량		문31) 한국 조제분유 브랜드 이미지
II. 조제분유 이용 형태	문10) 조제분유 구매 시 분류통 표시사항 중 가장 관심있게 보는 항목	문32) 미국 조제분유 브랜드 이미지	
	문11) 현재 자녀가 먹고 있는 조제분유 생산지 및 브랜드 국적	문33) 프랑스 조제분유 브랜드 이미지	
	문12) 현재 자녀가 먹고 있는 조제분유 선택 동기	VI. 조제분유 포장에 대한 인식	문34) 평소 분유 구매 시 포장에 주의할 기울이는 정도
	문13) 첫 조제분유 수유 이후 상표 변경 여부		문35) 가장 선호하는 분유 포장 유형
III. 소비 성향 세분화	문14) 향후 자녀에게 다른 상표의 분유를 수유할 의향 여부		문36) 평소 구매하는 분유 포장 크기
	문15) 소비 생활 관련 태도와 행동 (30개 세부문항)		문37) 일회분량 개별 포장 분유 사용 의향 여부
IV. 프리미엄·수입 분유에 대한 태도	문16) 프리미엄 조제분유에 대한 이미지 중요도 (21개 세부문항)	포장에 대한 인식	문37-1) 가장 선호하는 개별 포장 유형
	문17) 프리미엄 조제분유에 가장 걸맞는 이미지		문38) 평소 다 먹은 분유 포장 용기 사용 방법
	문18) 시장에서 판매 중인 프리미엄 조제분유 가격에 대한 생각		문39) 분유 포장에 비라는 기능
	문19) '프리미엄 조제분유' 하면 가장 먼저 떠오르는 제조국가		문40) 분유 포장에서 개선되어야 할 부분
	문20) '프리미엄 조제분유' 하면 가장 먼저 떠오르는 제조판매사 및 상품명	응답자 특성	지역 / 성 / 연령 / 동거가족 수 / 가구 소득 / 학력 / 직업 / 수유 형태 / 자녀 월령 / 최초 분유 수유 시점
	문21) 한국 제품 구입 경험 여부		
문22) 한국 제품에 대한 전반적 만족도			

그림 21. 중국 수유부 대상 현지 설문조사 설문 문항.

조사 설계	<ul style="list-style-type: none"> ● 조사범위, 조사내용 확정
설문 웹(Web) 프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> ● 설문 자동화 시스템(ISAS : Internet Survey Automation System)을 통한 설문 구현 ● 최적의 응답을 도출할 수 있는 웹(Web) 설문 프로그래밍 ● 포장 형태 등 예시 그림, 사진 등 활용
설문 참여	<ul style="list-style-type: none"> ● 응답 대상자가 웹 설문을 통해 조사에 참여(기간 : 2015/4/30~5/26, 총 27일 간)
데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> ● 설문 진행 현황 실시간 모니터링으로 효율적 관리 ● 엄격한 스크리닝 문항 및 타임 체크 등 자료검증을 통한 신뢰성 확보 ● 조사 완료 시 데이터 자동 저장

그림 22. 온라인 조사 진행 단계.

2.1.2.3. 실사 설계

○ 업체 규모 및 시장 평판, 유관 조사 수행 실적 등을 감안, ‘SSI’를 현지 실사 파트너로 선정하였다(그림 23).

SSI WORLD'S LEADING PROVIDER OF MARKET RESEARCH SOLUTIONS

Global Expertise in:
 SAMPLE DATA COLLECTION DATA ANALYTICS

37 YEARS OF EXPERIENCE | 25 GLOBAL OFFICES | 86 SAMPLE COUNTRIES

3,300 EMPLOYEES STRONG

31,000,000 COMPLETED SURVEYS ANNUALLY

3,000+ SATISFIED CUSTOMERS

42 LANGUAGES

We Put You in Touch with the **OPINIONS YOU NEED**

SSI Research Data Quality Initiatives

- **ISO Access Panel Quality Standard**
 SSI plays an important role on the ISO Access Panel Quality Standard project (of ISO/TC225/WG2 "Access Panels")
- **The Advertising Research Foundation (ARF)**
 The ARF is spearheading an industry wide multi-sourced survey with the goal of obtaining objective measurements on how factors such as survey length and respondent inattention impact data quality
- **The Council for American Survey Research Organizations (CASRO)**
 CASRO's quality committee is working on a number of quality research initiatives regarding compilation of existing knowledge and training

그림 23. 현지 실사 파트너 ‘SSI’ 소개.

- 조사 목적 및 지침에 대한 공유, 진행 상황 관리를 통하여 비 표본 오차 발생 가능성을 통제하였다.
- ☑ 현지 실사 업체에 대한 교육 실시: 연구목적 및 조사수행 지침, 설문지 개발 시 유의사항 교육
- ☑ 번역 설문지 및 온라인 설문지 개발 지침서 제공
- ☑ 실시간 진행 현황 검토 및 주 단위 진행 보고를 통해 발생 가능 문제에 대한 대응 방안을 사전 수립
- ☑ 지역별 표본할당표를 제공, 양식에 따라 관리 및 보고 진행

2.1.2.4. 자료 처리

- 수집된 자료(Raw Data)는 데이터 클리닝, 오픈응답 국문 번역 과정을 거쳐 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) ver. 12.0 프로그램으로 처리하였다.
- ☑ 데이터 클리닝을 통해 웹 설문 프로그램에 따라 자동 코딩·편칭된 데이터의 논리적 오류를 최종적으로 체크하였음. 클리닝 사항은 기본 응답자 특성값 검토, 문항별 기본 Frequency 점검, Skip 문항에 대한 논리적 과정 체크 등으로, 클리닝 결과 오류가 발생하였거나, 불성실 응답으로 판단되는 데이터는 최종 데이터에서 삭제

2.1.2.5. 응답자 특성

- 조사 결과 응답자 특성별 분포는 다음 그림 24와 같다.

구분	사례수(명)	%	구분	사례수(명)	%		
전체	2,131	100.0	전체	2,131	100.0		
지역	경저우	500	23.5	직업	농/임/어업	45	2.1
	우한	501	23.5		재정/금융	260	12.2
	시안	500	23.5		비즈니스서비스	206	9.7
	청두	630	29.6		의료/보건	98	4.6
성	남성	463	21.7	소매	152	7.1	
	여성	1,668	78.3	교육	308	14.5	
연령	25세 이하	284	13.3	공공/행정	223	10.5	
	26세~29세	847	39.7	제조업	510	23.9	
	30세~32세	605	28.4	주부	175	8.2	
	33세~35세	279	13.1	기타	143	6.7	
	36세 이상	116	5.4	학생, 은퇴, 무직	11	0.5	
동거가족수 (본인 포함)	2명	30	1.4	수유 형태	분유만 수유	804	37.7
	3명	1,469	68.9		혼합 수유	1,327	62.3
	4명	309	14.5	6개월 미만	613	28.8	
연평균가구소득	5명 이상	323	15.2	자녀 월령	6개월~12개월 미만	1,130	53.0
	15만 위안 미만	532	25.0		12개월 이상	388	18.2
	15만~20만 위안 미만	823	38.6	출생 후 바로	715	33.6	
	20만~25만 위안 미만	501	23.5	최초 분유 수유 시점	3개월 이후~6개월 미만	823	38.6
	25만~35만 위안 미만	201	9.4		6개월 이후~12개월 미만	493	23.1
35만 위안 이상	74	3.5	12개월 이후	100	4.7		
학력	소학교/초중학교 이하	22	1.0				
	고급중등학교	108	5.1				
	대학교(3년제 이하)	508	23.8				
	대학교(4년제 이상)	1,369	64.2				
	대학원 석사 이상	124	5.8				

그림 24. 응답자 특성.

2.2. 중국 시장 진입 전략 및 중국 수출에 전문화된 조제분유 개발 전략 수립

2.2.1. 중국 시장 및 트렌드 관련 5C 분석

○ 중국시장 조사 및 트렌드 분석에 필요한 요소인 1) 중국 시장 특수성(China Market), 2) 중국 사회의 변화(Change), 3) 중국 소비자(Consumer), 4) 중국 내수시장의 경쟁자(Competitor), 5) 중국 내수시장에 진출해 있는 한국 기업(Company)인 자사 등 이러한 5가지 요소에 대한 분석을 5C 분석이라 하며, 중국 시장 트렌드 분석에 필수적이다.

가. 중국 시장 특수성(China Market) 분석

○ 중국 시장의 주요 환경변화를 살펴보고 시장의 기회와 위협을 도출하고자 하였다. 중국은 1978년부터 시작된 경제개혁을 통해 연평균 7%이상의 꾸준한 성장세를 보여 왔으며, 2015년 4월 기준 GDP는 112,119억 달러로 전 세계 2위이다(IMF 기준)(그림 25, 표 27).



그림 25. 중국의 거시경제지표(중국국가통계국, 2013).

- ☑ 2014년 기준 경제성장률에 해당하는 GDP 성장률은 7.4%를 기록하고 있으며, 2015년에는 7%로 예상
- ☑ 이는 2015년 전 세계 평균 경제성장률인 3.2%를 크게 상회하는 수치로 성장 잠재력이 여전히 높게 나타남
- ☑ 중국 1인당 GDP와 도시화율의 상승으로 인해 내수시장 확대 예상
- ☑ 2015년 대학의 신규 졸업자가 749만 명으로 역대 최고치에 달하며 실업률은 4%대를 기록
- ☑ 인플레이션을 방지하기 위해 3% 이내로 물가상승을 억제하는 정책을 사용함으로써 안정적인 성장을 도모
- ☑ 수출입 현황을 살펴보면, 6%대의 성장을 예상하고 있으며, 적극적인 투자유치를 위해 외국인투자 산업지도 목록을 수정하여 서비스업 및 일반제조업의 외국인 투자를 확대하고자 규제 완화 정책을 점차 늘리고 있는 추세

표 31. 중국거시경제동향

Category	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015(E)
GDP growth%(a)	11.3	10.4	9.3	7.7	7.7	7.4	7
Final consumption growth contributions(b)	4.4	4.5	5.3	4.2	3.9	3.8	-
Final consumption contribution rate(b/a)	39	43.1	56.5	55.1	50	51.2	-
GDP per capita(\$)	1,749	4,437	5,429	6,194	6,959	7,572	-
Urbanization(%)	43	49.9	51.3	52.6	53.7	54.8	-
Unemployment rate(%)	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.5
Currency(M2,%)	17.6	19.7	13.6	13.8	13.6	13.2	12
Fixed asset investment growth						8.3	
Export growth(%)	28.4	31.3	20.3	8	7.9	6.1	6
Import growth(%)	17.6	38.7	24.9	4.2	7.3	0.4	6
Inflation(%)	1.8	3.3	5.4	2.7	2.6	2	3

(한국무역협회 북경지부, 2015)

- ☑ 중국의 소매시장 규모는 2014년 중 26.2조 위안(4.3조 달러)로 미국의 81%에 달하고 있으며 한국에 비해서 10배 규모(그림 26)
- ☑ 중국의 소매판매액은 2008년부터 일본을 추월하였으며, 미국 소매판매액 대비 비율도 2008년 35%에서 2014년 81%로 6년 만에 46%p 상승

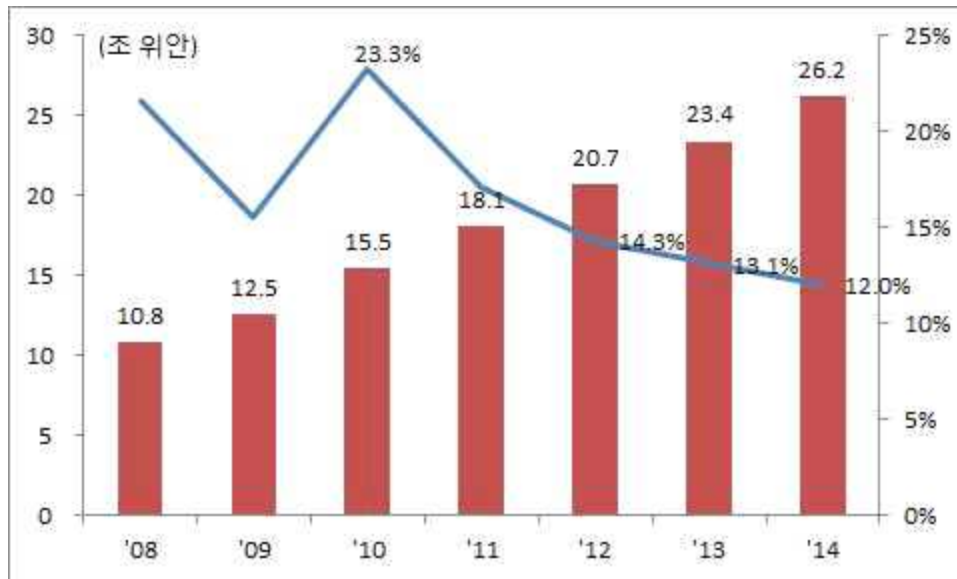


그림 26. 중국의 연간 소매판매 추세.

- ☑ 중국의 경제적 성장과 중국인들의 경제적인 풍요로움은 세계 소비시장의 거대한 중심으로 자리 잡고 있으며, 연간 약 1,700만 명의 신생아 수와 약 16조원에 이르는 분유시장을 가지고 있다(최근 산아제한 완화정책 발표로 성장확대 예상).
- ☑ 두 자녀 출산 제도 정착 시 중국의 연간 출생 신생아수는 1,800만 명 이상으로 급등할 것으로 예상(전년 대비 약 9-13% 증가)(그림 27)

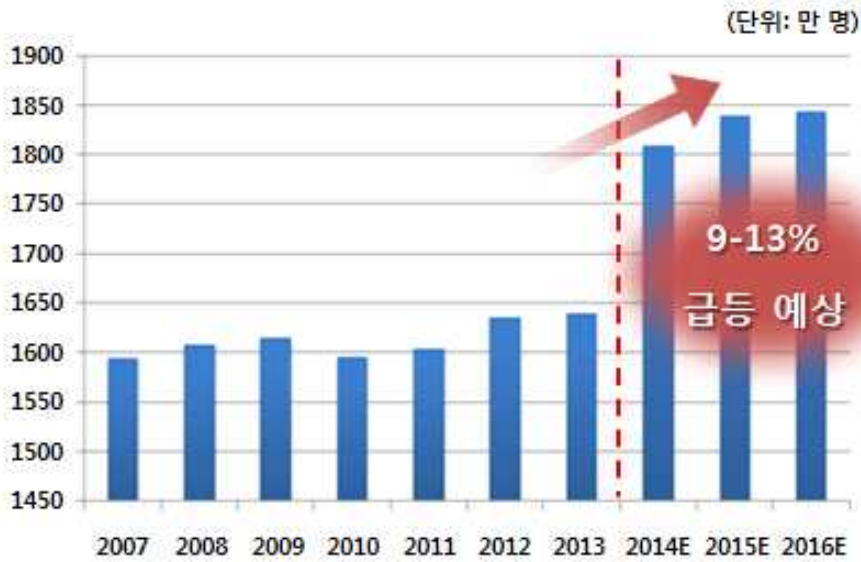


그림 27. 중국 연간 신생아수(KOTRA 2014).

- ☑ 중국 영유아 용품 시장 규모는 계속적으로 확대되는 추세이며 특히 조제분유 시장 규모는 연간 약 20%의 속도로 성장하여 미국에 이은 세계 제 2대 분유 시장으로 자리매김하였다.
- ☑ 국내 유제품의 중국 수출량은 2012년 기준 8,308톤으로 2011년 3,616톤 대비 129.8% 증가
- ☑ 중국 영유아 관련 시장 규모 연간 1조 위안(약 175조 원), 2015년 2조 위안(약 350조 원) 추산되고 있으며, 유아용 식품 시장에는 영아용 조제식품, 보조식품, 간식 등이 있으며 이 중 분유와 이유식이 차지하는 비중 90% 이상을 차지
- ☑ 2009-2013년 중국 분유 시장 성장률 연 평균 20.2%, 미국에 이은 세계 2대 분유 시장(표 28)
- ☑ 두 자녀 정책 실시에 따른 3세 미만 영아 수 증가로 2017년 말까지 분유 시장에 200억 규모의 수요 창출 예상

표 32. 중국 조제분유 시장 규모 및 성장률

년도	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
Market size (0.1Bil)	48,750	58,867	72,350	87,610	106,816
Growth rate	15.8%	20.7%	22.9%	21.1%	22.0%

(KOTRA, 2014)

나. 중국 사회의 변화(Change) 분석

- 정치, 경제적 파워 국가로 자리매김한 중국의 빠른 변화를 해석하기 위해서는 중국의 정치, 경제, 사회, 가치관 등의 변화요인과 그 방향에 대한 분석이 필요한 상황이다.
- 이에 1978년 개혁개방 이후 중국의 변화를 기초로 하여 최근 2010년대의 중국 시장 환경변화를 살펴봄으로써 한국 기업이 중국 진출 시 고려하여야 하는 중국의 특이사항을 파악하였다.
 - ☑ 중국은 2011년부터 2015년 까지 ‘12차 5개년’ 경제개발계획을 실시하여 내수확대, 도시화계획, 지속가능한 녹색성장 등을 이룩하고자 노력
 - ☑ 2016년부터 실시될 ‘13차 5개년’ 계획에서는 실크로드 경제벨트정책, 내수 활성화, 자본시장 개방 등이 주목받게 될 것으로 예상
 - ☑ 중국 정부는 2015년 3월 개최된 중국 제12차 전국인민대표대회 3차 회의를 통해 변화된 지역발전전략 제시하였으며, 기존의 동부, 동북, 중부, 서부의 4대 권역 중심 지역발전 전략에서 3가지 지지대, 즉 일대일로(一帶一路), 창장경제벨트(長江經濟帶), 징진지(京津冀)전략으로 재편
 - ☑ 일대일로, 징진지, 창장경제벨트의 3개 지지대 지역발전 전략의 주요 특징은 기존 성별 도시군(城市群) 육성 성과에 기초하여 행정권역을 초월한 초광역 경제권을 구축하는데 있음
 - ☑ 이를 통해 기존 연해 대도시를 위주로 한 불균형 지역발전 전략을 수정하고 권역별 거점대도시를 중심으로 한도시군 육성의 권역거점 지역발전 전략 마련
 - ☑ 일대일로 즉, 실크로드경제벨트와 21세기 해상실크로드 그리고 창장경제벨트는 그 명칭에 담겨있는 바와 같이 기본적으로 선이자 네트워크로서의 특성을 지니고 있으며, 베이징, 톈진 그리고 허베이성의 지역 일체화를 강조하는 징진지전략 역시 세 지역을 연계하는 산업 및 교통·물류 네트워크를 강조
 - ☑ 중국의 일대일로 정책에 의해 성장이 예상되는 시안, 창장경제벨트에 해당되는 우한, 창사, 청두, 등의 지역은 현재 이미 발달되어있는 1차 도시들에 비해 높은 성장률이 예상
 - ☑ 이러한 기존 행정권역을 초월한 연계는 중국 조제분유 수출전략 수립 시 유통 부분에 있어 새로운 시사점을 제공

○ 유아용 분유 시장은 그동안 지속적인 성장을 해왔다. 최근 중국 시장 규모는 약 900억 위안(약 15조 원) 규모이며, 향후 5년 간 약 12%의 성장률이 예상된다(그림 28).

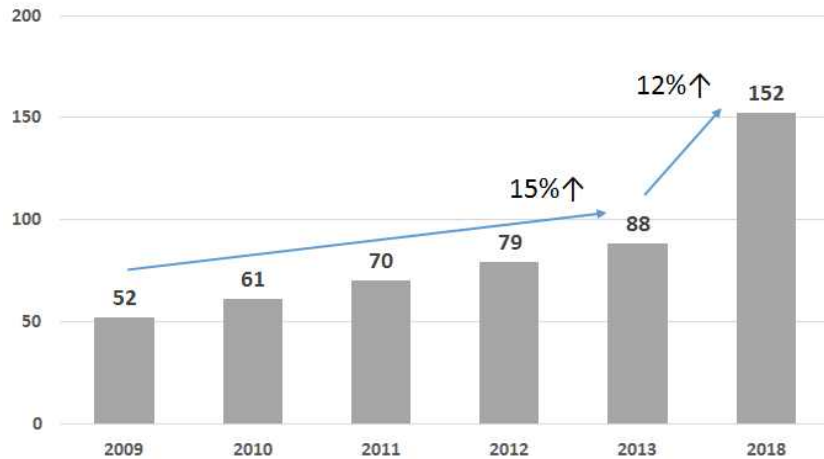


그림 28. 중국 조제분유 시장 규모(Unit: Billion Yuan).

○ 최근 10년 간(2003-2013년) 중국 내 조제분유 수입은 계속해서 증가하고 있으며, 특히 멜라민 파동 이후 외국계 분유 제조 기업들의 중국 분유 시장 점유율이 약진하여 전반적인 시장 환경의 변화를 가져왔다.

- ☑ 2013년 중국 수입 분유 시장 규모 약 14억 달러(약 1조 4,000억 원)(그림 29)
- ☑ 멜라민 파동이 발생한 2008년과 그 다음해인 2009년 연간 성장률 각각 60%, 52%
- ☑ 이를 계기로 중국 시장 내 외국계 분유 제조 기업 점유율 약진
- ☑ 최근 10년간 중국 수입 분유 시장 연평균 약 38%의 높은 성장세



그림 29. 중국 수입분유 시장 규모((Institute for International Trade, 2014).

다. 중국 조제분유 제품 시장의 주 소비자(Consumer) 분석

- 내수시장의 중요성이 부각되고 있는 중국 시장에 전략적으로 대처하기 위해서는 중국 소비자를 이해하는 것이 중요하다. 하지만 13억 명 이상의 중국 소비자들을 한정된 자원으로 이해하기 위해서는 명확한 타겟 설정이 무엇보다 중요하다.
- ☑ 4대 직할시(북경/상해/천진/충칭)와 22개의 성(省), 5개의 자치구로 분류
- ☑ 중국의 1인당 GDP는 2014년 7,572 달러에 불과하지만 12,500 달러(한화 약 1,470만 원; 80,000 위안) 이상의 소득을 가진 소비자는 13억 중국 전체인구의 29% 차지 (2011년 기준)(그림 30)
- ☑ 가처분 소득의 증가로 유아용 분유를 구입할 금전적인 여력이 있는 신생아 부모들이 증가(특히 2-4선급 도시에서 이러한 현상이 두드러짐)
- ☑ 유아용 분유의 편리함과 영양에 대한 인식이 높아져 조제분유를 구매의도 증가
- ☑ 해외 직구 등을 통해 분유 및 유아식품들의 구매
- ☑ 유아용품 중국내 온라인 구매율: 5% / 해외 온라인 구매율: 17%
- ☑ 2014년 중국의 對韓 조제분유 통관수입은 68백만 달러로 27.9% 증가, 한국은 중국의 7위 조제분유 수입국으로 아시아 중 싱가포르에 이어 2위 차지
- ☑ 2014년 중국의 對韓 종이기저귀 통관수입은 1.3억 달러로 15.0% 감소, 한국은 중국의 2위 종이기저귀 수입국임

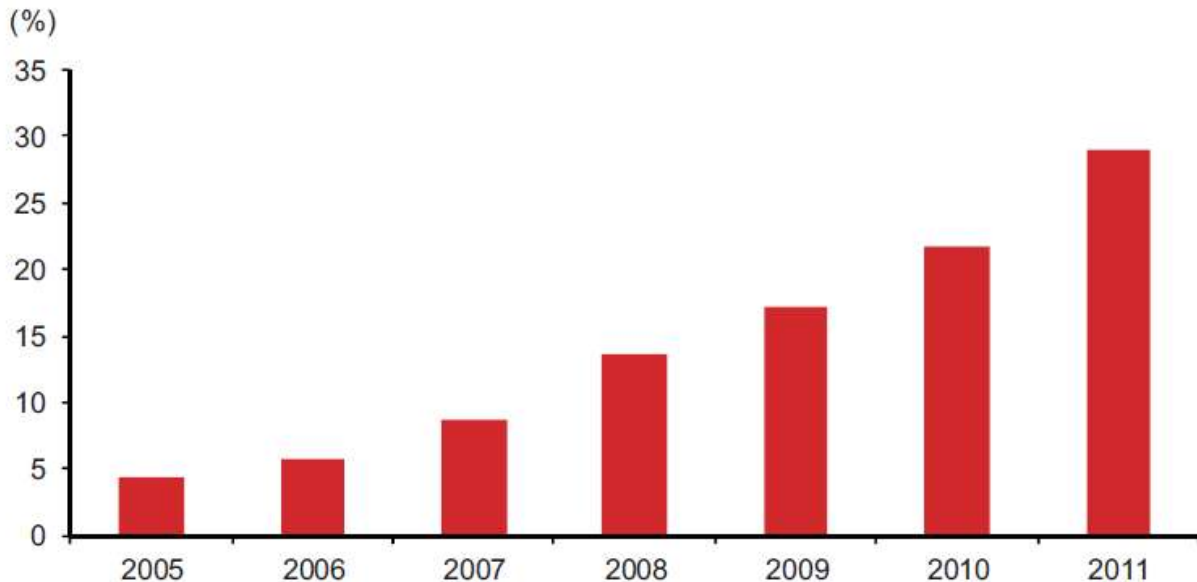


그림 30. 연 소득 8만 위안 이상 중국 소비자 비율 (CEIC, National Bureau of Statistics of China).

- ☑ 경제력을 갖춘 조부모들의 증가로 인해 아이 한 명당 2명의 조부모, 2명의 외조부모 그리고 부모의 관심을 받는 식스포켓(Six pocket) 세대 증가는 영유아 제품 구매를 증가시킴
- ☑ 2015년 중국 유아용품 시장 규모는 약 2조 위안으로 빠르게 성장
- ☑ 특히 프리미엄 제품의 인기가 높는데 한자녀 정책 완화로 시장규모는 향후 빠르게 확대될 전망
- ☑ 중국 소비자들은 자신의 자녀들을 위해서는 350 CNY/900 g인 프리미엄 제품을 구매
- ☑ 최근 5년간 중국시장에서 super-premium 컨셉(>261 CNY/900 g)의 제품이 연평균 99% 이상의 성장을 기록(네슬레 기준)(그림 31)

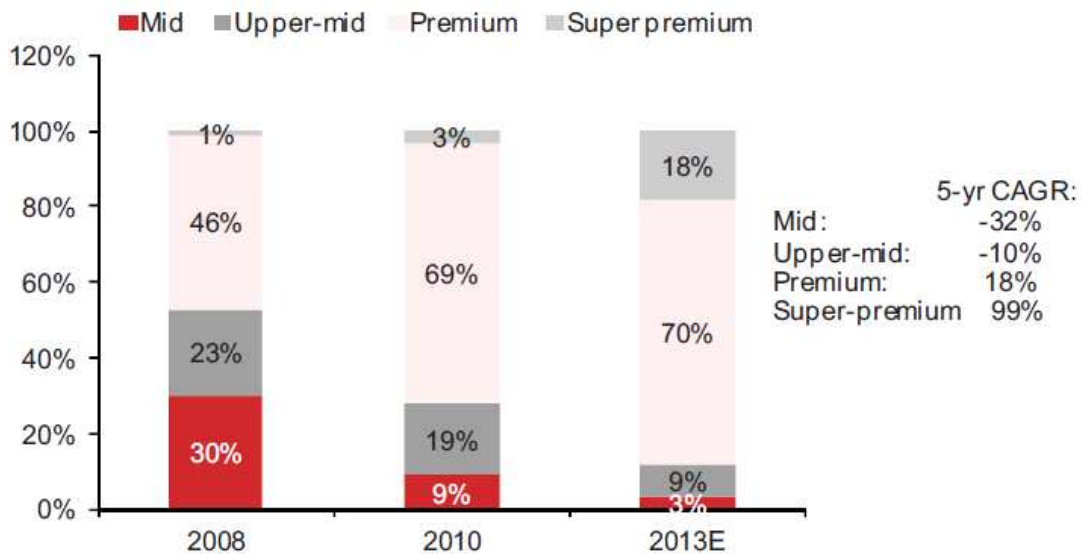


그림 31. 중국 조제분유 시장 세분화 (Nestle)

Note: Super-premium: >261 CNY/900 g; Premium: 171-261 CNY/900 g;
 Upper-mid: 113-171 CNY/900 g; Mid: < 113 CNY/900 g.

- 중국의 2·3선 도시 소비자의 구매력이 증가되어 새로운 프리미엄 제품 시장으로 주목 받고 있다(표 29).
- ☑ 최근 5년간 중국의 소비지출은 연평균 14%의 속도로 증가
- ☑ 1선 대도시중심으로 형성되었던 소비시장이 2·3선 중소도시로 확산
- ☑ 1선 도시 소득(100 기준) 대비 2~4선 도시의 소득수준은 88~63으로 2005년의 85~54에 비해 상승세
- ☑ 1선 도시 소비(100 기준) 대비 2~4선 도시의 소비지출도 89~64로 2005년의 90~55에 비해 상승세

표 33. 중국 1-4선 도시별 가처분 소득 및 소비량 비교(1st-tier city=100, nominal basis)

Category		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	연평균 증감률		
											05~09	10~13	05~13
1인당 가처분 소득	1선	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10.5	11.6	11
	2선	85.4	83.6	84.2	86.8	87.4	87.2	87.7	88.4	88.3	11.1	11.9	11.5
	3선	67.6	67.3	69.6	73	72.3	73.8	74.8	75.7	74.8	12.3	12.5	12.4
	4선	53.9	54.2	55.9	59.4	59.8	60.6	61.9	62.9	63.1	13.4	13.1	13.2
1인당 소비 지출	1선	100	100	100	100	100	100	100	100	100	9.6	9.6	9.6
	2선	89.9	85.9	87.8	88.8	88.2	88.7	91	92	89	9.1	9.8	9.5
	3선	67.8	67.2	67.5	70.2	70	71.5	74	74.5	73.6	10.5	10.9	10.7
	4선	55.3	55.5	56	58.2	59.4	60.3	62.2	64	64	11.6	11.7	11.6

(Institute for International Trade)

- ☑ 중국 정부의 도시화계획은 12.5규획에서 본격화되었으며, 거점도시 중심의 도시화 계획을 추진
- ☑ 현재 2선 도시는 36개, 3선 도시는 73개이며, 이들 2·3선 도시 부유층은 약 1억 명 가량으로 예상. 특히 기존 1선 대도시 고소득층 보다 소비욕구가 높게 나타나고 있어 2·3선 도시의 중요성이 증가
- ☑ 한중 FTA 타결로 수출이 크게 늘어날 것으로 전망되는 품목이 프리미엄 제품군인 것을 감안하여 중국 2·3선 도시의 Premium 시장을 공략해야 할 필요성이 증가
- ☑ 보스턴컨설팅(BCG)의 보고서에 따르면 2020년까지 중국 전역의 고소득층(과위 소비자)의 수는 2배로 늘어날 것이며 이 중 3분의 2가량이 2·3선 도시에 거주하는 소비 자일 것으로 전망

- 중국 내수시장의 공략을 위해서는 중국 조제분유 제품 시장 내 소비자 구매욕구 및 최근 소비패턴의 변화에 대한 실증 분석 결과가 소비현상을 파악하는데 유용하다. 중국 프리미엄 분유를 구매하고 있는 주요 계층의 특성은 다음과 같다.
 - ☑ 중국 소비자들은 제품 구매 시 품질 및 안전을 중요시하고 해외 브랜드를 선호하며 가격에 크게 구애받지 않음
 - ☑ 실증분석 결과 프리미엄 소비형은 전체 응답자의 26.3%를 차지하고 있으며, 품질을 중시하고, 해외 브랜드를 선호하며 가격에는 구애 받지 않는 경향을 보임
 - ☑ 지역별로는 정저우에 상대적으로 많고, 여성보다 남성 비중이 큰 특성을 보임
 - ☑ 연 평균 소득 35만 위안 이상 고소득층 및 고학력층, 재정/금융 분야 및 공공/행정 분야 종사자 비중이 큰 편임
 - ☑ 프리미엄 소비형의 소비행동을 보면, 평소 조제분유 구매 시 중요시 하는 부분으로 ‘원료/원산지’, ‘제품 브랜드’, ‘제품의 기능’ ‘제조국가’ 등 품질과 관련된 항목을 꼽은 비율이 높은 반면, ‘가격’ 응답 비율은 다른 소비형보다 낮게 나타남
 - ☑ 현재 자녀에게 수유 중인 조제분유 생산지 및 브랜드 국적으로 ‘해외 생산-해외 브랜드’ 분유 응답 비율이 다른 소비형보다 높아 해외 브랜드 선호 경향을 확인할 수 있음

라. 중국 조제분유 제품 시장의 경쟁사(Competitor) 분석

- WHO 가입 이후 중국은 내수시장 공략을 목표로 하는 다국적 기업의 최대 격전지 중 하나가 되었다. 세계 유수의 기업의 경쟁 무대가 된 중국 시장의 경쟁상태 및 경쟁자를 살펴보았다.
 - 수입산 분유는 규제 강화 속 기능성과 고급 브랜드 이미지로 시장공략을 계속할 것으로 판단된다.
 - ☑ 지속적인 성장세를 유지고 있는 중국 분유산업은 매력적인 시장으로서 128,500개의 경쟁사가 존재하고 있으며, 이 중 중국 내 고급 분유시장 규모는 약 50억 위안
 - ☑ 외국계 브랜드의 시장 점유율 85%
 - ☑ 미드존슨, 다농 듀팩스, 와이어스 3사 총 점유율 51.2%('12년 기준)
 - ☑ 중국 당국의 반독점 조사, 가격 담합 의혹 조사로 과징금 및 가격 인하 유도하고 있으나 그럼에도 불구하고 중국 소비자의 수입산 의존도 지속 증가 예상
 - ☑ 일본 대지진 이후 일본산 분유에 대한 불신 확산

- 중국 국내산분유도 매출성장세 속 중국내외업체와의 활발한 인수합병을 추진할 것으로 예상된다.
 - ☑ 중국 로컬 분유 업체들의 실추된 중국 시장 내의 신뢰 만회 노력에 집중
 - ☑ 외자 업체들과의 제휴 확대, 해외 상표등록과 해외 OEM(주문자상표부착생산) 방식 추진

- 소비자 설문조사를 통한 조제분유의 환기상표군 조사 결과는 다음과 같다.
 - ☑ 네슬레가 프리미엄 조제분유 중 가장 먼저 떠오르는 제조판매사(4.8%)이며, 그 뒤로 와이어스, 애보트, 미드존슨이 2.4~3.8%의 범위로 선호하는 제조판매사로 확인. 이는 상위 10개 제조판매사 중 약 15%를 차지하는 비율이며 중국제조판매사는 4.4% 밖에 되지 않는 것으로 미루어보아 ‘프리미엄’이라는 수식어는 해외브랜드에 많이 연관되어 중국 소비자들에게 인식되어 있음
 - ☑ 중국·한국·미국·프랑스 4개 국가별로 프리미엄 조제분유 생산 국가에 대한 이미지를 조사한 결과 프랑스에 대한 생산지 이미지가 가장 좋은 것으로 나타났으며 미국이 그 뒤를 이음. 중국과 한국에 대한 이미지 보다는 유럽, 북미에 대한 프리미엄 인식이 강한 것으로 판단

- 중국 조제분유 시장에서 수입 브랜드는 중국 브랜드에 비해 시장점유율에 절대적인 우세를 차지하고 있으며 최근에는 전체 분유 시장의 50% 이상을 점유하고 있다.
 - ☑ 수입 분유는 90년대에 중국 시장에 처음 진입 후 품질 우위로 오랜 기간 고급 분유 시장 선점
 - ☑ 2013년 중국산 분유와 수입산 분유의 시장점유 비율은 46:54, 해외 브랜드의 점유율 과반수 이상
 - ☑ 선두 브랜드 10개의 시장점유율 75.9%, 그 중 수입브랜드 46.4%(표 30)
 - ☑ 상위 3개 기업 모두 해외 브랜드, 해당 3개 업체의 점유율 35%
 - ☑ 대부분의 현지 업체들은 다양한 가격대의 제품을 제공하는 반면, 다국적 업체들은 프리미엄에 집중

표 34. 중국 조제분유 시장 점유율(상위 10개 업체)

Ranking	Company Name	Country	Market Share(%)
1	Mead Johnson	America	12.3
2	Dumex	France	11.7
3	Wyeth	America	11.0
4	Begin Mate	China	8.7
5	Abbott	America	7.7
6	Yili	China	6.7
7	Biostime	China	5.7
8	Yashili	China	4.5
9	Shemgyuan	China	3.9
10	Nestle	Swiss	3.7

○ 중국 조제분유 시장에서 가격대 200위안 이상의 고급, 중·고급 조제분유는 시장점유율 50% 이상에 달하며, 주로 수입 브랜드가 이러한 중·고급 조제분유의 80% 이상을 선점하고 있다.

☑ 중국 조제분유 시장 가격대별 점유율 현황: 200위안 이상/캔 고급, 중고급 분유 50% 이상(표 31)

☑ 가격대 150위안 이상 분유는 전체의 80% 차지

표 35. 중국 조제분유 시장 점유율(제품 가격별)

Category	Price	Market Share(%)
High	>300CNY/900 g	9
High·Middle	200-299CNY/900 g	42
Middle	150-199CNY/900 g	29
Middle·Low	100-149CNY/900 g	16
Low	<100CNY/900 g	4

(KOTRA, 2014)

- ☑ 2013년 중국에서 판매되는 주요 브랜드의 중·고급 조제분유 가격은 통 당(900 g 기준) 약 200위안 이상, 고급 제품의 경우 900 g 기준 300위안 이상(표 32, 그림 32)
- ☑ 수입 브랜드가 중국 중·고급 조제분유 시장의 80% 이상 차지. Mead Johnson(25%), Wyeth(20%), Dumex(12%) 3개 브랜드의 고급제품이 50% 이상 점유
- ☑ 대부분의 현지 업체들은 다양한 가격대의 제품을 제공하는 반면, 다국적 업체들은 프리미엄에 집중

표 36. 중국 프리미엄 조제분유 시장의 주요 브랜드 분석

Company Name	Brand	Product	Price	Headquarter	Origin
Mead Johnson Nutrition Company (美贊臣)			220CNY/900 g (₩36,409)	America	China
Royal Numico N.V. (多美滋)			198.5CNY/900 g (₩32,925)	France	China
Nestle Global (惠氏)			203CNY/900 g (₩33,671)	America	Singapore China
항저우비잉메이트 그룹유한공사 (杭州貝團美集團有限公司)			202CNY/900 g (₩33,505)	China	China
Abbott Laboratories (雅培)			178CNY/370 g (₩29,524)	America	Denmark Singapore Spain
Nestle (雀巢 (中國) 有限公司)			308CNY/400 g (₩50,970)	Swiss	Netherlands German Swiss China

(한국무역협회, 2014)

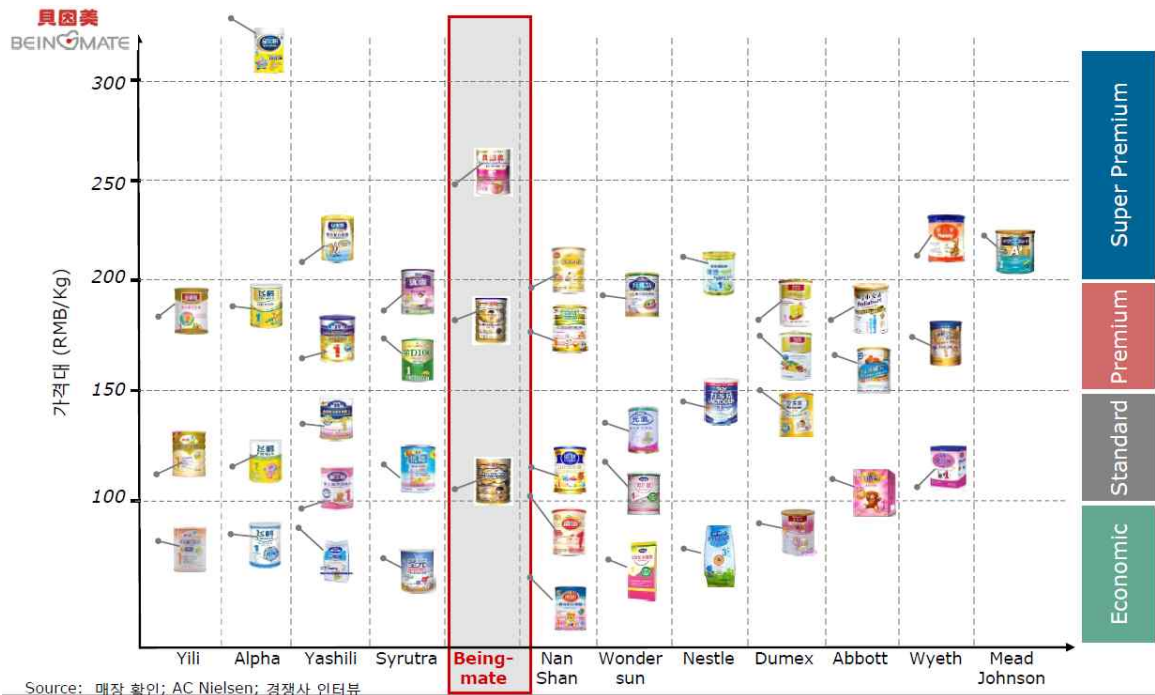


그림 32. 2013년 중국 조제분유 시장 분석(가격별 시장세분화):Bain & Company.

○ 기타: Yili

- ☑ 1993년 설립된 중국 유제품 전문기업으로 현지 대형 업체와 강력한 관계유지를 통해 경쟁 우위 보유
- ☑ 매출 규모는 7조원에 달하지만 조제분유보다는 드링킹 우유가 핵심제품
- ☑ 최근 R&D 투자율을 늘려가며 제품 개발과 관련된 선진국과의 제휴로 인터내셔널 브랜드 이미지 확립
- ☑ “프리미엄화”에 집중해 왔으며, 프리미엄 세그먼트는 Yili의 2012년 총 매출 중 35% 까지 차지
- ☑ 50여개의 생산 공장을 운영하고 있으며, 중국전역에 걸쳐 약 5000여개의 유통업체와 거래
- ☑ 180만개소의 12,464명의 영업 인력을 보유
- ☑ 중국판 ‘아빠 어디가’ TV 프로그램에 스폰서를 제공해주고 있으며, A&P에 총 매출 중 약 9% 지출하며 강력한 마케팅 캠페인을 전개 중

○ 성위안(聖元)

- ☑ 중국 분유업체인 위잉보스를 인수하고, 위잉보스에 대한 대대적인 구조조정실시
- ☑ 프랑스에 7억 위안을 투자해 연간 생산량 10만 톤 규모의 분유생산 공장을 설립함.

- 명뉴(蒙牛)
 - ☑ 유아용 분유시장에서의 약세를 보완해 시장경쟁력을 제고하기 위하여 중국 분유업체인 야스리(雅士利)를 인수
- 캉스푸(康師傅)
 - ☑ 일본 4대 분유기업인 와코도와 손잡고 분유판매에 진출
- 신시왕(新希望)
 - ☑ 분유시장을 떠났던 신시왕(新希望) 그룹은 뉴질랜드 Synlait Milk와 손잡고 분유 판매 재개
- 중국 분유시장은 2008년 분유 멜라닌 사건 이후 중국내 브랜드들의 이미지 쇄신을 위해 자구책을 마련하고 있지만 소득 증가로 인해 수입제품에 대한 선호가 높게 나타나고 있다.
 - ☑ 소비자들이 분유 선택 시 가장 많이 고려하는 요소 안정성과 품질로 나타나 이 요인을 충족시켜 줄 수 있는 브랜드가 향후 시장 점유율을 확대할 수 있을 것으로 기대
 - ☑ 중국정부에서도 유제품안전문제에 대해 큰 관심을 보이고 유제품 품질안전에 관한 요구가 지속적으로 강화되고 있어 국산유제품의 전체 품질 또한 상승
 - ☑ 특히 이리, 명뉴와 같은 대기업에서는 소비자들이 우유의 생산과정을 직접 관찰할 수 있는 프로그램을 통해 소비자들에게 국산유제품에 대한 안전인식을 높이고 있음
 - ☑ 중국 분유업체들은 기업 간 인수합병, 대대적인 홍보활동, 해외 원유 생산기지 구축 등 다양한 자구책을 모색하고 있음.

마. 중국 내수시장에 진출해 있는 한국 기업(Company) 분석

- 국내기업의 대중국 교역동향 및 투자동향을 파악하여 그간 한국 기업들이 거둔 성과와 문제점을 분석하였다.
 - ☑ 뉴질랜드산 원유에서 박테리아가 발견되어 잠시 수입량이 주춤했지만 현재 여전히 1위를 유지
 - ☑ 전반적으로 선진 낙농국가 이미지를 갖고 있는 나라들의 중국 수입액에 높은 비중을 갖고 있는 나라들임
 - ☑ 한국의 경우 29,604천 달러 규모의 수출을 중국으로 하고 있지만 전체 10조원의 시장규모로 봤을 때 추가적인 노력이 필요한 상황(표 33)
 - ☑ 전반적으로 중국 소비자들은 한국 분유브랜드에 대해 낮은 인지도를 보유(1% 미만)

표 37. 중국 조제분유 수입 현황(2009~2013; Unit=\$1,000, %)

순위	수입국	2009		2010			2011		2012		'13.1~7M	
		Imports	Imports	Chg	Imports	Chg	Imports	Chg	Imports	Chg		
1	뉴질랜드	153,802	145,449	△5.4	160,247	10.2	190,288	18.8	191,414	76.2		
2	네덜란드	21,289	34,514	62.1	124,238	260.0	242,415	95.1	153,913	13.3		
3	프랑스	14,347	33,554	133.9	96,738	188.3	136,843	41.5	115,251	62.8		
4	싱가포르	322,719	355,652	10.2	301,856	△15.1	221,411	△26.7	106,108	△19.1		
5	아일랜드	24,559	9,728	△60.4	30,283	211.3	81,081	167.8	59,204	26.9		
8	한국	6,734	9,401	39.6	21,046	123.9	31,273	48.6	29,604	75.0		
	총계	604,596	687,706	13.8	860,977	25.2	1,048,086	21.7	795,524	36.4		

(中國海關總署, /www.customs.gov.cn)

○ 매일 유업

- ☑ 1994년에 홍콩지사를 개설하고, 2000년 12월에는 중국 광둥성에 지사를 설립
- ☑ 국내시장에서 선두자리를 차지하고 있지만 해외 브랜드 대비 낮은 인지도 보유
- ☑ 중국 현지내 영업망 부족으로 제한된 영업력 보유
- ☑ 분유 수출금액(억 원) :('10) 30 →('11) 70 →('12) 163(2011년 대비 132.9% 증가)
- ☑ 2015년 중국 유통그룹인 화련 그룹과 상품수출 확대를 위한 업무협약을 체결

○ 남양 유업

- ☑ 대만 화풍무역과 250만 캔 분유 수출 계약('10년),
- ☑ 항주한양무역공사 150만 캔 수출MOU('11년)
- ☑ 국내 업체를 통한 간접수출은 이루어지고 있으며, 280억 원 분유 수출('13년, 전년 대비 54%증가)
- ☑ 아직 중국법인을 설립하지 않았으며 진출계획 중이며, 분유보다는 커피 수출에 집중
- ☑ 국내시장에서는 노이즈 마케팅 등 마케팅 집중력이 뛰어난 회사로 평가되므로 중국 시장 진출 시에도 이러한 점을 장점으로 잘 활용할 수 있는 노력이 필요
- ☑ 낮은 부채비율로 인한 자본력 보유

○ 파스퇴르(롯데푸드)

- ☑ 2015년 기준 총 9개의 무역회사와 수출 계약을 진행하고 있으며 조제분유 수출기업 중에서 가장 많은 SKU를 보유하고 있음
- ☑ SKU에 비하여 판매가 저조하지만 중국내에 자체 유통채널을 보유하고 있기 때문에 인지도를 상승시킬 수 있는 기회가 타사들에 비해 높음

표 38. 국내기업별 조제분유 수출 현황 - 롯데푸드

Company Name	Brand	Product	Price (RMB/Can)	Agency
	보석시리즈		298	청도이동진출구유한공사
	대귀족 (그랑노블)		328	절강농자집단
	미은지		268	백은(북경)국제무역유한공사
	배육보아		318	미옥덕진출구(상해)유한공사
롯데푸드	EX금장보배		298	하문삼보집단유한공사
	칠보(그로웰)		298	성도고락아모영용품유한공사
	패사모 (Best Mom)		268	연대가화국제무역유한공사
	기린아		298	삼우국제무역공사
	헤지마미 (위드맘)		328	성도뉴펑진출구무역공사

표 39. 국내기업별 조제분유 수출 현황 - 남양유업, 매일유업

Company Name	Brand	Product	Price (RMB/Can)	Agency
남양유업	애지보 (마더스케어)		328	청도희은희국제유한공사
	애영보수 (아기사랑수)		297.9	길림성 의목상무유한공사
	임페아xo (임페리얼xo)		298	상해중방능원과기유한공사
	애씨마마 (아이엠마더)		339	청도안위자영양품유한공사
	성배아 (Star Science Gold)		298	
	명도수		266	항주한양무역유한공사
	산양분유		398	
매일유업	매일궁		398	산동매이
	금전명작		328	

2.2.2. 5C 분석 결과 기반 TOWS 분석

가. 한국 조제분유 제품에 대한 TOWS 분석

- 5C 분석을 토대로 한국 조제분유 제품의 위기(Threat), 기회(Opportunity), 약점(Weakness), 강점(Strength) 요인을 파악할 수 있는 TOWS 분석을 통해 한국 제품의 현 상태를 점검하고자 한다.
- 앞서 살펴보았던 5C 분석을 통해 소비자 조사 지역을 2, 3선 도시거주자로 선정하였으며 이들 지역 진출에 대한 TOWS분석을 실시하여 현재 한국기업의 상태를 점검하고자 한다. 2, 3선 도시거주자를 선정한 사유는 다음과 같다.
 - ☑ 중국 환경 분석 결과 1선 대도시는 진입장벽이 높고 환경문제 등으로 인한 규제가 심한 편이며 앞서 진출한 다국적 기업들의 경쟁이 매우 치열함
 - ☑ 2015년 3월 개최된 제 12차 전국인민대표대회 3차 회의에서는 지역발전전략으로 3가지 지지대, 즉 일대일로(一帶一路), 창장경제벨트(長江經濟帶), 징진지(京津冀)전략을 발표하였으며, 이 지역발전 전략의 주요 특징은 기존 성별 도시군(城市群) 육성 성과에 기초하여 행정권역을 초월한 초광역 경제권을 구축하는데 있음
 - ☑ 중국의 새로운 지역발전 전략을 통해 서로 다른 규모와 유형의 여러 도시들이 하나 또는 수개의 특대도시를 중심으로 도시간의 내재적 연계를 강화하면서 도시 간 네트워크를 형성·발전시킬 것으로 기대됨
 - ☑ 과거 연해 대도시를 위주로 한 불균형 지역발전 전략을 수정하고 권역별 거점대도시를 중심으로 한도시군 육성의 권역거점 지역발전 전략이 기대되는 상황에서 본 사업에서는 중국의 일대일로 정책에 의해 성장이 예상되는 시안, 창장경제벨트에 해당되는 우한, 창사, 청두, 등의 지역을 주목하여 중국 조제분유 시장의 진출 및 진입전략을 수립하고자 함.
- TOWS 분석은 각 기업의 내재적 핵심 역량에 준거하여 환경의 기회와 위협을 평가하고, 각 회사의 역량을 강점과 단점으로 분류한 후 자사의 중국 시장에서의 현재 위치와 이에 따른 사업전략을 도출하는 방법이다.
 - ☑ 국내 M회사의 분유 마케팅 담당자들과의 브레인스토밍을 거쳐 아래와 같이 국내 조제분유회사가 직면한 위기(Threat), 기회(Opportunity), 약점(Weakness), 강점(Strength) 요인을 도출
 - ☑ 각 항목의 가중치를 부여하여 총합을 계산
 - ☑ 총합이 가장 크게 나타난 분야를 선택하여 전략적 대안 도출

- TOWS 분석을 위해 도출된 각각의 위기(Threat), 기회(Opportunity), 약점(Weakness), 강점(Strength) 요인은 다음과 같다.
 - ☑ Threat(위기): 해외 Major 브랜드간의 경쟁 심화: 약 128,500여개의 기업들의 치열한 경쟁, 중국 Local의 집중적인 Catch-up 활동, 중국내 식품산업 보호 위한 규제강화, 사드(THAAD) 문제
 - ☑ Opportunity(기회): 10조원 규모의 중국 조제분유 시장, 연평균 10% 성장률 달성, 2014년부터 단독 2자녀 정책 실시(單獨二胎)로 인한 1700만 명의 신생아 증가, 중국 소비자들의 중국산 제품에 대한 품질 불신으로 인해 60% 이상의 소비자들이 수입산을 선호, 경제력을 갖춘(외)조부모들의 증가로 인해 부모를 포함하여 아이 한명 당 6명의 관심을 받는 식스포켓(Six pocket) 세대 증가
 - ☑ Weakness(약점): 해외브랜드 대비 낮은 브랜드 인지도: TOM 0%, 한국브랜드들의 선진 낙농국 이미지가 약함, 제한된 영업력 보유, 대부분 국내 업체를 통한 간접수출 형태를 띠
 - ☑ Strength(강점): 체계적이고 다양한 Baby food 제품 보유, R&D 능력, 지리적으로 짧은 거리

- TOWS 분석결과 한국 조제분유기업은 OW전략이 필요한 것으로 나타났다.
 - ☑ TOWS 분석결과 TW 3070점, OW 3790점, TS 1550점, OS는 2044점으로 나타나 가장 높은 점수를 차지하고 있는 섹션은 OW 임(그림 33)
 - ☑ 현재 한국 조제분유 기업의 위치는 OW(Opportunity /Weakness)에 위치
 - ☑ OW 전략은 시장의 기회는 존재하나 한국 기업의 핵심역량이 부족한 상황을 의미
 - ☑ TOWS 분석을 통한 전략 대안 1: 한국기업들의 부족한 역량을 강화하여 중국 시장 진출 기회를 잡을 수 있는 핵심역량 강화전략 사용
 - ☑ TOWS 분석을 통한 전략 대안 2: 시장의 기회를 먼저 포착하면서 회사의 핵심역량을 보완하는 전략적 제휴 선택

- TOWS 분석결과 한국기업이 중국 조제분유 시장 진출 시 필요한 전략적 대안은 제품을 확충하거나 시장을 다각화하는 전략보다 핵심역량 강화 및 전략적 제휴를 적절히 활용하는 것이 현 상황을 타개할 수 있는 대책으로 나타났다. 향후에는 도출된 전략적 대안을 토대로 한국기업의 중국 조제분유 시장 진출 시 필요한 STP 전략을 제안하고자 한다.

			Threats				Opportunities				
			해외 Major 브랜드간의 경쟁 심화	중국 Local 의 집중적인 Catch-up 활동	중국내 식품 산업 보호 위한 규제강화	Total	10조원 규모의 중국 조제분유 시장	1700만명의 신생아 증가	중국산 제품에 대한 품질 불신	식스포켓	Total
Weight			20%	15%	15%		14%	12%	12%	12%	
Weaknesses	낮은 브랜드 인지도	20%	10	10	10	600%	10	5	10	10	700%
	선진 낙농국 이미지 가 약함	20%	10	10	3	460%	10	5	10	10	700%
	제한된 영업력 보유	15%	10	10	8	420%	10	10	5	5	450%
	간접수출 형태	10%	5	0	3	80%	10	10	5	5	300%
	Total		700%	450%	360%	3070%	560%	360%	360%	360%	3790%
Strengths	다양한 Baby food 제품 보유	10%	5	10	3	180%	10	10	5	5	300%
	R&D 능력	10%	10	5	0	150%	5	5	5	5	200%
	지리적으로 짧은 거리	15%	10	10	0	300%	0	10	10	10	450%
	Total		500%	375%	45%	1550%	266%	348%	240%	240%	2044%

그림 33. 중국 조제분유시장 진출을 위한 한국기업의 TOWS matrix.

2.2.3. 중국 내수시장 진입 전략(STP 전략)

- TOWS 분석을 실시한 결과 한국 조제분유 기업은 OW(Opportunity/Weakness)에 위치하는 것으로 분석되었다.
 - ☑ OW 전략은 시장의 기회는 존재하나 한국 기업의 핵심역량이 부족한 상황을 의미
 - ☑ 전략 대안 1: 한국기업들의 부족한 역량을 강화하여 중국 시장 진출 기회를 잡을 수 있는 핵심역량 강화전략 사용
 - ☑ 전략 대안 2: 시장의 기회를 먼저 포착하면서 회사의 핵심역량을 보완하는 전략적 제휴 선택
- TOWS 분석결과 한국기업이 중국 조제분유 시장 진출 시 필요한 전략적 대안은 제품을 확충하거나 시장을 다각화하는 전략보다 핵심역량 강화 및 전략적 제휴를 적절히 활용하는 것이 현 상황을 타개할 수 있는 대책으로 나타났다.

가. 시장 세분화(Segmentation)

- 약 14억의 인구를 보유하고 있는 중국은 세계 1위의 인구나 세계에서 4위로 넓은 국토면적을 가지고 있어 한 기업이 모든 중국의 소비자들이 만족할 수 있는 제품이나 서비스를 모두 제공하는 것은 현실적으로 불가능하다.
- ☑ 경제와 문화가 발달함에 따라 중국 소비자들의 욕구나 구매행동은 다양해졌으며, 또한 하나의 기업이 모든 소비자들의 욕구를 만족시키기에는 그 수가 너무 많을 뿐더러 지역적 범위가 너무 넓게 분포되어 있기 때문. 각기 다른 경제적·문화적 특성을 지닌 56개의 민족, 약 13억의 인구가 31개의 성(省)을 이루고 있는 중국에서 모든 지역의 모든 계층을 대상으로 한국 기업이 마케팅전략을 실행한다는 것은 불가능한 일
- ☑ 동일한 지역에서, 동일한 제품을 구매하는 상황에서도 중국 소비자들은 각 개인의 선호, 자신이 처한 위치, 구매상황에 따라 서로 다른 제품구매 양상을 보이기 때문에 한중기업들은 중국의 전체 시장을 공략하기보다는 자사가 가장 성공적으로 공략할 수 있는 세분시장을 선택해야함
- ☑ 중국 수유부에 대한 지리적 변수(지역, 인구밀도, 도시의 크기, 기후 등), 인구 통계적 변수(나이, 성별, 가족규모, 가족수명주기, 소득, 직업, 교육수준, 종교 등), 사회심리적 변수(사회계층, 생활양식, 개성 등), 형태적 변수(추구편익, 사용량, 제품에 대한 태도, 상표 애호도, 상품 구매단계, 가격에 대한 민감도 등) 등의 소비자 설문조사 결과 활용
- ☑ 설문의 결과를 통계적 분석(군집분석)기법을 사용해 소비 집단 분류

(1) 지역별 세분화

- 중국 정부의 정책적 방향을 알 수 있는 13차 5개년 계획과 중국의 사회 환경변화를 분석한 결과 기존 연해 대도시를 위주로 한 불균형 지역발전 전략을 수정하고 권역별 거점 대도시를 중심으로 육성하는 것으로 나타났다(표 36).
- ☑ 일대일로 즉, 실크로드경제벨트와 21세기 해상실크로드 그리고 창장경제벨트는 그 명칭에 담겨있는 바와 같이 기본적으로 선이자 네트워크로서의 특성을 지니고 있음
- ☑ 중국정부의 정책적 방향을 고려했을 때 중국 중서부지역은 현재는 물류인프라 부족, 불균형 발전 등의 제약요인이 존재하나 향후 교통의 요지, 경제협력, 지역통합, 내수 확대 증대 기회가 부여될 것으로 판단됨
- ☑ 중국의 일대일로 정책에 의해 성장이 예상되는 시안, 창장경제벨트에 해당되는 우한, 창사, 청두, 등의 지역은 현재 이미 발달된 1차 도시들에 비해 높은 성장률 예상
- ☑ 이러한 기존 행정권역을 초월한 연계는 중국 조제분유 수출전략 수립 시 주요 진출 지역으로 고려될 수 있음

표 40. 각 도시별 경제력 비교

시장매력도	청두	시안	우한	정저우
GDP(억 달러)	1,118	622	1,089	801
GDP성장률(%)	19.89	20.1	20.48	19.76
1인당 GDP(달러)	9,606	7,317	10,862	9,043
1인당 가처분소득(달러)	3,851	4,181	3,820	3,617
1인당 소비지출(달러)	-	3,449	3,027	2,672
사회소비재 판매총액(달러)	460	316	488	324
상주인구(만 명)	605	429	628	403

- ☑ 중국 중서부 지역의 주요 4개 도시의 경제력을 비교한 결과 이들 도시들의 가처분 소득이 점차 높아지고 있었으며 GDP성장률 또한 약 20%로 나타나 중국 지역평균을 상회하고 있음
- ☑ 중국 중서부 신생아 출산율 또한 2013년 기준으로 8만 명 이상으로 나타남(그림 34)

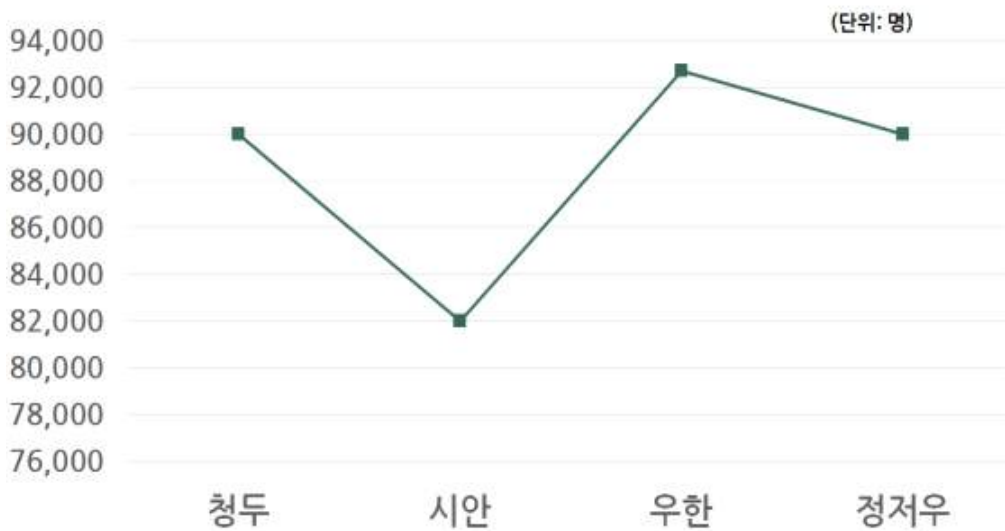


그림 34. 중국 중서부 지역 신생아 수.

○ 중국 중서부지역의 주요 도시특성은 다음과 같이 요약된다.

- ① 청두(成都): <청두총칭 도시군 발전계획>에서 2020년까지 총칭과 쓰촨의 1인당 GDP를 65,000위안, 도시화율 60%를 달성하는 목표를 제시하고 있다.
- ☑ 중국 중서부지역의 최대 도시 중 하나이며 총칭시에 이어 두 번째로 큰 경제규모와 인구규모 보유
 - ☑ 2008년 발생한 쓰촨성 대지진 이후 투자가 늘어나면서 고성장 지속
 - ☑ 청두시의 경제규모와 소비시장 규모는 각각 쓰촨성의 34%, 36%
 - ☑ 대외무역과 FDI는 각각 80%, 87%
- ② 시안(西安): 시안은 중국 내 3대 대학도시로서 풍부한 인재 풀을 기반으로 글로벌 대기업들의 R&D센터 거점으로 활용되고 있다.
- ☑ 2002년부터 셴양 시와의 도시통합 추진정책으로 도시규모 확대 중(시셴신구(西咸新區))
 - ☑ 도시통합은 '지역번호 → 교통노선 → 금융 → 호적 → 사회보장 → 교육 순으로 진행, 2020년까지 인구 1천만 명의 대도시 발전 목표
 - ☑ 시안시의 경제규모와 소비시장 규모는 각각 쓰촨성의 30%, 51%
 - ☑ 대외무역과 FDI는 각각 88%, 84%
- ③ 우한(武漢): <우한도시군 총체 계획 요강>에서는 2020년까지 2·3차 산업의 비중을 전체의 96%로 끌어올리자는 발전 목표 제시하고 있다.
- ☑ 후베이성의 성도인 우한의 경제 규모는 중국 중부 지역 6개 성 도시 중 가장 크고 집중되어 있음
 - ☑ 인구는 후베이성의 17.5%, 경제 규모는 약 36%
 - ☑ 1인당 GDP가 후베이성 2위 도시인 상양시의 3배
 - ☑ <장강중유도시군 발전계획>의 전략적 거점 역할 수행
- ④ 정저우(鄭州): <중부도시군 육성전략>에서는 2020년까지 정저우를 전국적 지역중심지로 육성하고자 하는 발전 계획을 수립하였다.
- ☑ 역사문화유명도시, 국제문화관광도시, 지역적중심도시, 현대물류도시, 선진제조업기지, 과학기술 혁신기지로 육성 계획
 - ☑ 항공, 철도, 고속도로 등 교통의 요충지이며 동부와 서부를 연결하는 중추역할 수행
 - ☑ 1차:2차:3차 산업 비중이 각 3:56:41 수준. 이 중 3차 산업 성장률은 10%로 빠르게 증가하는 추세
 - ☑ 허난성 소비시장의 정저우시 집중도가 21%로 매우 높은 편

(2) 라이프 스타일별 세분화

(가) 시장 세분화 분석 프레임

- 중국소비자의 시장세분화를 위한 설문조사는 지역별 세분화를 통해 한국조제분유 기업이 진출하기 유망한 지역으로 분류된 시안, 우한, 창사, 청두에서 실시되었다.
- 1차년도에 실시되었던 설문결과를 토대로 조제분유 소비와 관련 있는 소비성향 조사 결과를 요인분석(Factor Analysis)하여 경향성을 추출하였다(표 37).
- ☑ 소비성향은 8가지의 소비유형과 관련된 30개 세부 조사항목으로 측정
- ☑ 요인분석 후 추출한 유사한 경향성 항목을 묶고, 그 경향성에 따라 소비자를 분류하는 군집분석(Cluster Analysis) 실시
- ☑ 군집분석을 통해 전체 응답자를 유사한 소비성향을 지닌 집단으로 나누고 각 집단별로 소득, 수입 제품에 대한 인식, 조제분유 구매 행동 등 집단의 특성을 심층적으로 분석

표 41. 중국 조제분유 소비자 소비성향 조사 항목

소비 유형	조사항목	소비 유형	조사항목
합리적 구매	○ 충동구매 하지 않음	과시적 구매	○ 유명 브랜드 가방, 옷 보유
	○ 비교 없이 쉽게 구입		○ 소비는 지위의 표현이라 생각
	○ 브랜드보다 품질 중시		○ 상품은 비싼 것이 제 값을 함
가격 중시	○ 구매 시 가격 비교	충성도	○ 평소 고급 브랜드 선호
	○ 대형마트의 PB상품 선호		○ 좋으면 그 회사 다른 제품도 구입
	○ 세일이나 가격할인에 관심		○ 한번 마음에 들면 계속 재구매
수입상품 선호	○ 식료품구입시원산지확인	스타일 중시	○ 써보고 좋으면 주변에 추천
	○ 해외 브랜드 선호		○ 상품 내용 못지않게 포장도 중요
	○ 식료품 구입 시 수입산 자주 구입		○ 소비는 나를 표현하는 수단이라 생각
안전 중시	○ 외국 식료품에 대한 거부감 없음	광고/프로모션 민감도	○ 대중적이지 않은 독특한 상품 선호
	○ 조제분유 안전관련 불안감 가짐		○ 유행 및 트렌드에 민감
	○ 조제분유의 제품 성분 살핌		○ 광고에 나오는 상품은 믿을 만 함
	○ 유통기한 표기없는 제품 구매 않음		○ 유명인 광고 제품은 한번쯤 구입
	○ 구입 제품 유통기한 초과 시 이용 않음		○ 행사상품 자주 구입
	○ 비싸도 품질이 좋은 제품 구입		○ 신제품이 나오면 한번쯤 구입

(나) 소비성향 요인분석

○ 분석 결과 30개 항목 중 18개 항목이 ‘지위 및 개성 표현 중시’, ‘품질 및 안전 중시’, ‘트렌드 중시’, ‘해외 브랜드 선호’, ‘가격 합리성 추구’ 등 5개 요인(경향성)으로 묶을 수 있다(그림 35).

요 인	주요 구성 항목
요인 1 '지위 및 개성 표현 중시'	<ul style="list-style-type: none"> ● 소비는 사회적 지위를 표현하는 수단이다 ● 유명 브랜드의 가방, 옷, 악세서리 등을 많이 가지고 있다 ● 내가 소비하는 것이 나를 표현하는 수단이다 ● 평소 고급 브랜드를 선호한다
요인 2 '품질 및 안전 중시'	<ul style="list-style-type: none"> ● 구입한 제품은 유통기한이 지나면 절대 이용하지 않는다 ● 유통기한 표시가 없는 제품은 구매하지 않는다 ● 가격이 비싸도 품질이 좋은 제품을 주로 구입하려 한다 ● 브랜드 명성보다는 품질을 중요시한다
요인 3 '트렌드 중시'	<ul style="list-style-type: none"> ● 유명인이 광고하는 제품은 한번쯤 구입해 본다 ● 광고에 나오는 상품은 믿을 만 하다 ● 평소 신제품이 나오면 한번쯤 구입해 보는 편이다 ● 나는 평소 유행이나 트렌드에 민감한 편이다
요인 4 '해외 브랜드 선호'	<ul style="list-style-type: none"> ● 평소 해외 브랜드를 선호하는 편이다 ● 유제품을 비롯한 식료품 구입 시 수입산 제품을 자주 구입하는 편이다 ● 유제품을 비롯한 식료품 구입 시에는 반드시 원산지를 확인한다
요인 5 '가격 합리성 추구'	<ul style="list-style-type: none"> ● 평소 세일이나 가격할인에 관심을 많이 기울인다 ● 평소 쇼핑을 할 때 가격을 꼼꼼히 비교한다 ● 할인이나 1+1 등의 행사 상품을 자주 구입하는 편이다

그림 35. 소비성향 요인분석.

(다) 군집분석

○ 군집분석은 Ward 분석기법을 적용하였으며, 요인분석에서 추출한 5개 요인을 바탕으로 분석한 결과 모두 4개의 군집으로 구분되었다(그림 36).

- ☑ 군집 1은 트렌드에 관심을 갖고 있으며 개성이 뚜렷하면서도 소비 시 가격을 꼼꼼히 따지는 경향이 있는데, 이를 ‘복합적 소비형’으로 정의
- ☑ 군집 2는 품질 및 안전을 중요시하고, 해외 브랜드를 선호하며 가격에 크게 구애 받지 않는 경향을 보여 ‘프리미엄 소비형’으로 정의
- ☑ 군집 3은 뚜렷한 개성이나 해외 브랜드 선호 경향이 없으며, 품질 및 안전만을 중요시하는 경향성이 있어 ‘수동적 소비형’으로 정의
- ☑ 군집 4는 소비에 있어 추구하는 가치가 뚜렷하지 않으며, 개성, 트렌드, 가격 등에 대한 경향성이 없어 ‘무관심 소비형’으로 정의

	군집1	군집2	군집3	군집4
(요인1) 지위 및 개성 표현 중시	0.50648	0.35960	-0.83038	-0.20681
(요인2) 품질 및 안전 중시	0.04366	0.55191	0.53456	-1.64148
(요인3) 트렌드 중시	0.71371	-0.49524	-0.23756	-0.14577
(요인4) 해외 브랜드 선호	0.14392	0.55908	-0.72429	-0.03570
(요인5) 가격 합리성 추구	0.64725	-0.70947	0.15219	-0.27213



그림 36. 군집별 집단 특성.

나. 중국 조제분유 시장 타겟팅(Targeting)

○ 기업의 자본 및 시간은 한정적이므로 14억의 중국 소비자를 모두 만족시킬 수 있는 제품은 없으며, 또한 소비자들의 제품선호도는 점차 다양화되고 있다. 이로 인해 한국 기업의 제품을 가장 잘 어필할 수 있는 소비자 군을 선택하여 그들을 집중 공략할 수 있는 전략 마련을 통해 효과적인 수출활성화 전략 수립이 필요하다. 한국 제품의 주요 표적소비자(Targeting)를 도출하기 위해 시장세분화를 통해 도출된 세분집단을 활용하며, 표적소비자 선정을 위한 결정변수는 크게 시장상황, 경쟁관련 사항, 자사관련 사항 등 3가지로 분류된다.

- ☑ 시장상황: 시장크기(GDP, 수유여부 등)와 성장률(경제성장률, 출생률 등), 시장 잠재력(조제분유 브랜드 전환에 대한 생각 정도 등), 가격 민감도 등
- ☑ 경쟁관련 평가기준: 경쟁강도(해외브랜드 선호도, 시장 과열 정도 등), 잠재 경쟁(도시화 진행율, 한국브랜드 평가 등) 요소 등
- ☑ 자사관련 평가기준: 자원, 시너지(타 지역 확장가능성), 전략적 적합도(실현가능성) 등
- ☑ 각 항목의 평가를 위해 100점 만점 기준으로 각 세분시장에 대해 평가(앞서 본 평가 기준 항목들이 표적시장 선택에 있어 모두 똑같이 중요하지 않다면, 그 중요도에 따라 가중치를 부여)
- ☑ Targeting matrix 도출: 각 항목에 대해 주어진 점수를 집계하여, 어느 시장이 매력도가 높은 시장이고, 어느 시장이 매력도가 낮은 시장인지를 파악해서 표적시장을 선정(표 38).

표 42. 각 도시별 Targeting Matrix (도시 선정)

시장매력도	W	청두	시안	우한	정저우
[1] 시장상황	50	450	325	375	375
1.1 시장크기	25	9	5	8	7
1.2 성장률	25	9	8	7	8
[2] 경쟁부분	40	260	300	200	380
2.1 경쟁강도	20	7	8	6	10
2.2 잠재경쟁자	20	6	7	4	9
[3] 자사부분	10	40	40	75	75
3.1 핵심역량	5	5	5	5	5
3.2 확장가능성	5	3	3	10	10
[Total] 시장매력도	100	750	665	650	830

- 각 도시별 Targeting Matrix를 작성한 결과 정저우 지역이 한국 조제분유 기업이 진출 시 가장 유망한 지역으로 판단됨

(1) 정저우 지역의 시장세분화 분석

- 한국 조제분유 기업의 타겟 지역으로 선정된 정저우 지역의 세분시장별 특성을 앞서 도출된 라이프 스타일별 segmentation에 대입한 결과 프리미엄 소비형, 해외브랜드 선호형, 국산품 선호형, 무관심 소비 집단으로 분류됨

- ① Seg1(프리미엄 소비형): 지위 및 개성표현과 트렌드를 중시하는 동시에 합리적인 가격을 추구하는 소비자 집단으로 분류된다(그림 37).

- 조제분유 구입 시 원산지에 따른 호불호가 없으며, 직접비교나 여러 가지 정보원천을 활용하여 분유를 선택함
- 20만 위안 이상의 고소득 집단으로 한국제품에 대한 만족도 또한 타 집단에 비해 높음


Who Am I?		<ul style="list-style-type: none"> • 지위 및 개성표현과 트렌드를 중시하는 동시에 합리적인 가격을 추구하는 소비자 집단 • 조제 분유 구입시 원산지에 따른 호불호가 없으며, 직접비교나 여러가지 정보원천을 활용하여 분유를 선택함 • 20만 위안 이상의 고소득 집단으로 한국제품에 대한 만족도 타집단에 비해 높음 	
	Market Size	조제분유 시작 시점	출생 후 바로
	29.2%	주 구매경로	영유아용품 전문매장, 온라인
	성별	1회 구매시 구입량	중간 사이즈(400g~600g) 1통, 큰 사이즈(800g~1,000g) 1통 또는 작은 사이즈 2통
	남자(15.8%), 여자(84.2%)	현재 자녀가 먹고 있는 조제분유 생산지 및 브랜드 국적	해외생산-해외브랜드, 중국생산-해외브랜드
	연령	<p>분유에 대한 평소 생각</p> <p>값이 비싸더라도 아이에게 좋은 분유를 먹고 싶은 생각을 갖고 있으며, 가격=품질이란 생각을 갖고 있음, 분유 선택시 회사를 보고 고르는 편이며, 상표를 변경하여 먹여도 아이에게 나쁠 것이 없다는 생각을 갖고 있음</p> <p>-조제분유 선택 동기</p> <p>직접상품비교, 병원에서 이미 먹이던 상표라서, 병원의 추천, 광고를 보고, 판매처 판촉사원이나 점주의 추천</p>	
26세-29세			
직업			
농/임/여업, 재정/금융, 제조업, 연구직			
소득수준			
20만위안 이상 소득을 갖고 있으며 35만 이상인 가구수도 타집단에 비해 가장 많음			

그림 37. 프리미엄 소비형.

- ② Seg2(해외브랜드 선호형): 분유구입에 있어 해외 브랜드를 선호하며, 품질 및 안전을 중시하는 소비자 집단으로 분류된다(그림 38).
- 해외브랜드를 선호하며, 품질을 우선시 하는 집단
 - 소득수준이 15만 위안 미만이 높게 분포하지만 미국, 프랑스 등 선진국 제품에 대한 선호는 자국 생산, 자국 브랜드에 비해 높게 나타남


Who Am I?		<ul style="list-style-type: none"> • 해외 브랜드를 선호하며, 품질 및 안전을 중시하는 소비자 집단 • 해외브랜드를 선호하며, 품질을 우선시 하는 집단 • 소득수준이 15만 위안 미만이 높게 분포하지만 미국, 프랑스 등 선진국 제품에 대한 선호는 자국 생산, 브랜드에 비해 높게 나타남 	
	Market Size	조제분유 시작 시점	6개월 이후-12개월 미만
	25.8%	주 구매경로	대형마트, 영유아용품 전문매장
	성별	1회 구매시 구입량	중간 사이즈 2통, 큰 사이즈 2통 이상
	남자(38.0%), 여자(62.0%)	현재 자녀가 먹고 있는 조제분유 생산지 및 브랜드 국적	해외생산-해외브랜드
	연령	<p>분유에 대한 평소 생각</p> <p>값싼 분유가 조금이라도 더 낫다는 생각은 갖고 있지 않음. 어느 회사의 제품인지 회사를 보고 고르는 편이며, 분유 변경에 대한 거부감은 없다.</p> <p>-조제분유 선택 동기</p> <p>:주변 육아 경험자 추천, 직접 상품비교, 병원 추천</p>	
26세-29세			
직업			
재정/금융, 공공/행정, 연구직, 주부, IT/컴퓨터			
소득수준			
15만 위안 미만			

그림 38. 해외브랜드 선호형.

③ Seg3(국산품 선호형): 분유구입에 있어 중국에서 만들어진 국산품을 선호하며 품질과 안정성 또한 높게 추구하는 집단으로 분류된다(그림 39).

- 조제분유 제품은 중국 제품을 타 집단에 비해 가장 선호하며 실용성을 추구하는 집단
- 소득수준은 20만 위안 미만으로 주변 육아경험자 추천에 가장 많은 영향을 받음

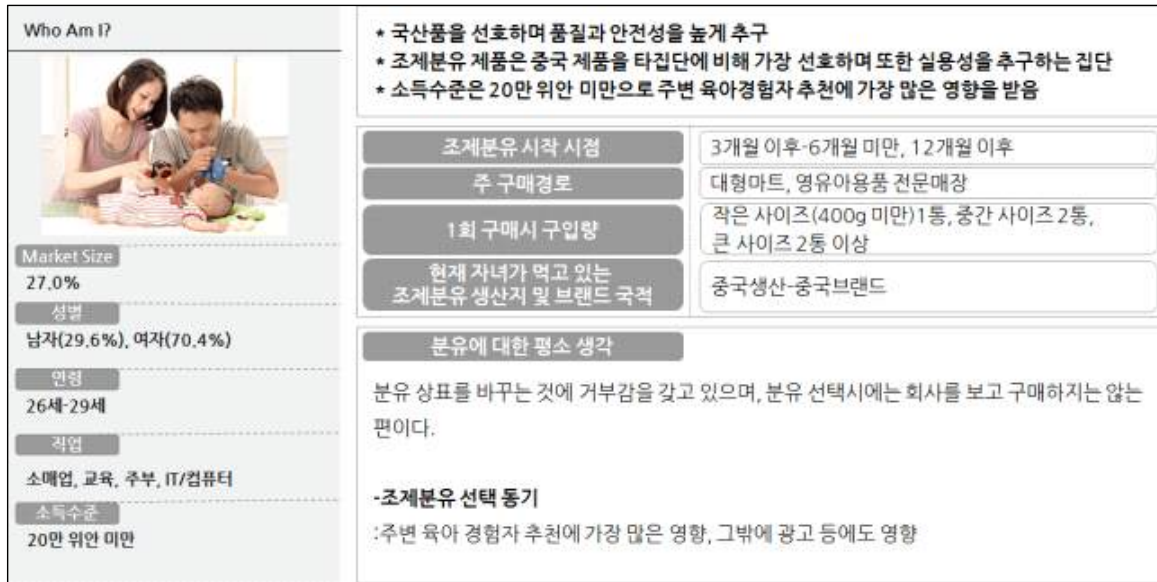


그림 39. 국산품 선호형.

④ Seg4(무관심 소비형): 분유구입에 있어 전반적으로 브랜드력, 품질, 트렌드성 등에 특별히 민감하게 반응하지 않는 집단이다(그림 40).

- 중국에 대한 국가이미지와 중국 조제분유에 대한 선호가 높게 나타났음
- 소득수준은 20만-35만 위안이며, 한국에 본사를 둔 조제분유 브랜드를 비교적 안전하고 위생적이라고 평가

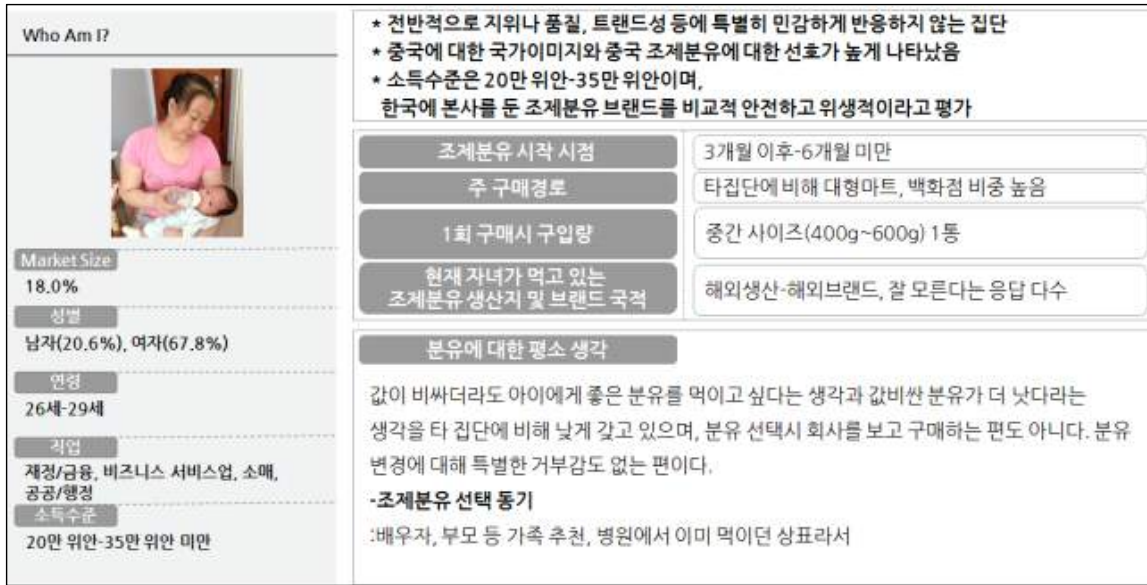


그림 40. 무관심 소비형.

(2) 중국 조제분유 시장 타겟 세분시장 선정

- 정저우 시장 내 시장세분화 분석을 실시한 결과 나타난 소비자 특성을 바탕으로 한국 조제분유 기업이 중국시장 진입 시 프리미엄 소비형 군집을 공략하는 것이 가장 효율적일 것으로 도출되었다(표 39).

표 43. Target 세분시장 선정

Cluster	고려사항				평가
	평가항목	시장상황	경쟁부분	자사부분	
	가중치	30%	40%	40%	
프리미엄 소비형		10	10	10	1100%
해외브랜드 선호형		6	5	10	780%
국산품 선호형		8	1	1	320%
무관심형		8	5	1	480%

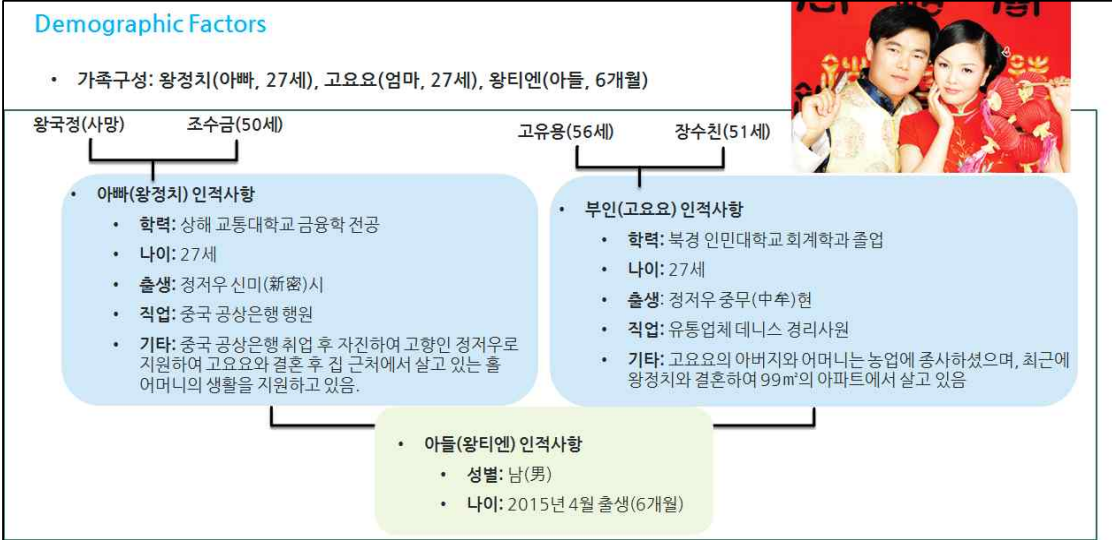
○ 중국 조제분유시장의 프리미엄 소비형 군집의 특징은 다음 표 40과 같이 요약된다.

표 44. 중국 조제분유 시장의 프리미엄 소비형 군집 특징

구분	내용
기본적 특징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 26~29세, 농/임/어업, 재정/금융, 제조업, 연구직, 사무/관리직 및 가정 주부가 주로 이 집단 소속 ▪ 평소 지위 및 개성표현과 트렌드를 중시하는 동시에 합리적인 가격을 추구하는 집단
구매특징	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 월 평균 가구소득 20만 위안 이상의 중산층, 주로 영유아용품 전문매장과 온라인에서 구매, 해외생산-해외브랜드와 중국생산-해외브랜드에 대한 분유 선호가 높은 집단 ▪ 타 집단에 비해 상표 전환의도가 높은 집단이며 한국제품에 대한 만족도도 높게 보유 ▪ 조제분유 시작 시점도 출생 후 바로 시작하는 집단으로 타 집단에 비해 분유 소비 기간이 높게 나타남
분유에 대한 평소 생각	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 값이 비싸더라도 좋은 분유 선호 ▪ 분유 생산 원산지의 호불호는 없지만 기업 선호도는 있음 ▪ 분유 구입 시 다양한 정보원천 활용

○ 프리미엄 소비형 군집이 가진 인구 통계적 특성을 활용하여 그림 41과 같이 표적고객 프로파일(TCP: Target Customer Profile)을 작성할 수 있다.

- ☑ 표적고객 프로파일(TCP)는 향후 도출할 포지셔닝 전략과 마케팅믹스 전략 수립시 소비자에 대한 구체적이고 명확한 이해의 틀을 제공
- ☑ 프리미엄 소비형 군집을 대표할 수 있는 아빠 왕정치, 엄마 고요요, 그리고 그들의 6개월 된 아들로 구성된 가상의 가족을 형성하여 이들의 인구통계적 특성, 라이프스타일, 분유관련 소비행동 특성을 설문조사 결과를 토대로 구체적이고 실제적으로 묘사



Lifestyle

왕정치와 고요요 부부는 2014년 결혼하여 정저우에서 신시가지에 해당되는 정동신구와 밀접한 99㎡의 고층 새 아파트에서 살고 있다. 두 부부의 평균 연소득은 25만 위안이다.

고요요는 북경 인민대학교 회계학과 졸업한 후 중국 공상은행에서 3년간 근무하였으며, 정저우 고교시절 부터 알고 지냈던 왕정치의 청혼을 받아 2014년도 고향인 정저우로 돌아와 결혼했다.

왕정치는 정저우 고등학교 졸업 후 상해 교통대학에서 금융 전공을 하였으며, 중국 공상은행 취업 후 자진하여 고향인 정저우로 지원하여 고요요와 결혼 후 집 근처에서 살고 있는 홀 어머니의 생활을 지원하고 있다.

이 부부는 생후 6개월 된 왕티엔을 키움에 있어 북경이나 상해에 있는 부모들이 추구하는 고품질의 해외브랜드 식품을 먹이려고 계획 중이다.

그들 자신도 최근에는 유기농 식품들을 구입하고 있으며, 특히 집 근처에 새로 생긴 한국 ZOO 커피전문점의 커피를 마시는 것을 큰 즐거움으로 여기고 있다.

하나를 구매하더라도 프리미엄제품을 구입하고자 여러 나라의 제품들을 고려군에 포함시켜 직접 비교 구매를 하고 있다.

특히 고요요는 한국에 대한 관심과 한국 브랜드에 대한 신뢰도가 높아 왕티엔이 어느 정도 자라고 나면 한국으로 여행가서 한국 화장품 등을 구매하고 싶다는 생각을 갖고 있다.



분유 관련 소비 행동

고요요씨는 데니스에 경리사원으로 재직중이며, 남편은 중국 공상은행 행원이다.

최근에는 유아용품 전문 온라인 웹사이트인 **경동**에서 유아용품에 대한 제품과 제품정보를 검색하는 것을 큰 재미로 여기고 있다.

특별히 집 근처에 있는 유아용품 매장인 **마미베베**를 자주 들리는 편이다.

한 아이만 낳을 계획이기 때문에 하나뿐인 아들인 왕티엔에게는 가격이 비싸더라도 좋은 품질의 분유를 먹고 싶다.

가격은 분유의 품질을 반영한다고 생각하며 분유 선택시에는 회사명을 브랜드명 보다 더 중요시 여긴다.

그래서 외국회사의 분유라면 그 회사에서 나온 다른 브랜드를 먹여도 괜찮다고 생각한다.

여러 가지 정보원천을 활용하여 분유관련 정보를 얻고 있다. 초기에 병원에서 Wyeth와 Biostime을 추천을 받았으며, 둘 중에 해외브랜드이지만 중국생산하는 제품보다는 해외에서 생산되는 분유품질에 더 높은 신뢰도를 갖고 있다. 최근에는 집 근처 유아전문매장에서 판매하고 있는 한국산 제품인 매일유업 분유의 공과 명작이 30% 프로모션을 하여서 생후 6개월 시점에 한국산 분유로 전환하여 먹일 의향을 갖고 있다.



그림 41. TCP(Target Customer Profile) 도출.

2.2.4. 중국 수출에 전문화된 조제분유 개발전략 수립(마케팅 전략)

가. 제품 개발 전략 수립

- 1차년도 설문 결과 프리미엄 조제분유에 대해 중요하게 생각하고 있는 이미지는 가격대비 품질이 좋으며, 아기 건강에 좋고, 믿을 수 있으며, 안전·위생적 측면이었다.
 - ☑ 전반적으로 프리미엄 분유에 대해 긍정적으로 평가하는 것으로 나타남
 - ☑ 아시아 아기에게 적합한 프리미엄 분유개발을 위해 동서양의 모유 성분 차이를 분석하여 특화된 점을 소비자들에게 소구해야하며, 연구소와 협의하여 성분차이를 반영해 중국 아기에게 적합한 조제분유 개발은 본 연구의 주요 과업임

- 표적소비자 집단으로 선정된 프리미엄 소비형 군집은 조제분유 1회 구입 시 큰 사이즈(800 g~1,000 g) 1통을 가장 많이 구입하는 것으로 나타났다.

- 중국에서 제품 출시 시 반드시 고려해야 하는 요소 중 하나는 중국어 상표명이다.
 - ☑ 중국은 상표를 등록할 때 반드시 중국어 이름이 필요하고 중국어의 특성상 영어만으로 커뮤니케이션이 어려움
 - ☑ 국내기업을 포함한 외국기업이 중국에 진출할 때 중국의 일반소비자에게 영어는 쉬운 언어가 아니고, 영어의 발음 중에는 중국어에 존재하지 않는 발음이 있으며 같은 철자라도 다르게 읽히는 경우가 많기 때문에 중문네임이 요구됨
 - ☑ 브랜드 네임은 브랜드의 핵심이며 기업 이미지와 직결되므로 중국에 진출한 회사가 해당 기업의 이미지를 지속적으로 관리하고 키워나가기 위해서는 중문 네임을 가져야 함 ▶ 아기를 사랑하는 엄마의 마음이라는 뜻의 ‘愛思落’을 브랜드 네임으로 제안

나. 제품 가격 전략 수립

- 중국 소비자들의 가치를 증진시킬 수 있고, 포지셔닝 전략에 부합되는 가격 전술을 수립해야 한다. 1차년도 연구결과에 의해 도출된 표적 소비자 집단소비자들의 가격 수용도 등을 반영하여 소비자의 지불의향 가격 기준 시 적정 출시 가격대는 800 g 기준 290~320 RMB를 넘지 않는 선이 적정할 것으로 판단된다(표 41).
- ☑ 중국 소비자들이 프리미엄 분유에 대한 적정 구입 희망가는 289~336 RMB으로 소비자 구매 시 290 RMB 이상의 포지셔닝을 유지해야 함. 또한 320 RMB 선으로 이 이상일 경우 구매의향이 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타나 이를 넘지 않는 것이 적절하다고 판단됨. 따라서 프리미엄 분유의 가격 포지셔닝 내에서 가격 저항선을 넘지 않는 290~320 RMB 에서의 가격 설정을 제안함

표 45. 중국 조제분유 시장의 가격대별 시장 점유율

Category	Price	Market Share(%)
High	>300 CNY/900 g	9
High·Middle	200-299 CNY/900 g	42
Middle	150-199 CNY/900 g	29
Middle·Low	100-149 CNY/900 g	16
Low	<100 CNY/900 g	4

(KOTRA, 2014)

2.2.5. 신제품 반응조사 분석(Post Analysis)

- 1, 2년차 중국 수출에 전문화된 조제분유 개발 결과 출시된 ‘애사락(愛思落) 금전명작’을 대상으로 제품에 대한 전반적인 제품 평가를 조사하였다.

가. 제품에 대한 인지도 조사

- 제품에 대한 인지도 조사결과는 다음과 같다.
 - ☑ 소비자들이 이번 과제 결과 출시된 중국 수출에 전문화된 조제분유(제품명: 애사락 금전명작) 구입 시 얼마나 인지하는지 조사
 - ☑ 신규 출시된 제품 대비 과거 출시되었던 동일회사의 유제품에 대한 인지도를 조사한 결과 기존 금전명작과 신규 출시된 애사락 금전명작 사이에 ‘차이가 난다’이상의 응답은 44%를 보였음. 반면에 차이가 없다고 응답한 응답자는 56%를 차지하는 것으로 나타남

나. 제품에 대한 만족도 조사

- 제품에 대한 전반적 만족도 조사 결과는 다음과 같다.
 - ☑ 애사락 금전명작을 사용해본 경험이 있는 소비자들에게 신제품에 대한 만족도를 조사한 결과 보통이상의 만족도를 보이고 있는 사람들(7점 척도 기준 4점 이상)이 94%를 차지하였다. 특히 매우 만족한다(7점 척도 기준 7점)고 응답한 소비자들은 전체의 70%를 차지하는 것으로 나타나 중국 소비자들에게 매우 높은 평가를 받는 것으로 판단됨
 - ☑ 또한 기존 금전명작대비 애사락 금전명작에 대한 만족도는 62%의 응답자가 매우 만족한다(7점 척도 기준 7점)는 응답을 함에 따라 중국향 분유로 런칭이 성공적으로 평가됨

다. 제품에 대한 개선점 조사

- 신규로 출시된 애사락 금전명작 조제분유에 대한 개선점을 조사한 결과는 아래와 같다.
 - ☑ 기존 한국제품에 대한 불만족한 사유를 조사한 결과 가장 큰 불만족 사유가 ‘한 가지 분유만 오래 먹으면 영양분이 부족할 것 같아서’라는 답이 전체의 27.1%를 차지하였음
 - ☑ 이는 중국소비자들이 한국의 경우보다 비교적 오랜 기간 분유를 먹임에 따라 생후 12개월 이후에는 기존 제품과 다른 제품을 먹이고자 하는 경향 때문으로 판단됨
 - ☑ 이에 연령별 단계구분을 명확히 하여 소비자들에게 새로운 성분이 추가적으로 있음을 인지시키려는 노력이 필요함

- 중국의 분유시장은 생후 12개월쯤 이유식으로 넘어가며 차츰 조제분유 양을 줄이는 한국과 달리 12개월 이후에도 꾸준히 조제분유를 먹이는 것으로 나타났다.
 - ☑ 이에 많은 외국 브랜드들은 7세까지 섭취 가능한 분유를 만드는 등 중국 소비자의 행동을 고려한 단계별 세분화를 진행 중
 - ☑ 한국 조제분유 기업들도 아직은 시기상조이긴 하지만 현재 출시된 애사락 금전명작이 어느 정도 시장에 안착이 되어 시장 내에 TOWS 분석위치가 OS의 위치하게 된다면 제품다각화의 측면에서 연령별 세분화에 따른 조제분유 출시를 고려할 수 있음
 - ☑ 현재의 상황에서는 무분별하게 외국 기업의 전략을 따라 하기보다 제품의 포지셔닝으로 도출한 USP에 해당하는 아시아 아기에게 적합한 모유분석과 프리미엄화된 영양배합설계를 제공해 준다는 의미의 ‘아체인자(Right for Asian Baby)’를 강조하고 그에 특화된 영양성분이 있음을 강조하는 마케팅 전략이 요구됨

- 중국소비자들이 분유 선택의 기준은 지인의 추천(13.2%)과 인터넷 파워 블로거(9.3)에 해당하는 왕홍의 역할이 상당히 유효한 것으로 나타났다.
 - ☑ 한국에서는 분유선택의 주요 기준이 ‘병원에서 먹여서’ 또는 ‘산후조리원에서 먹여서’라는 응답이 주효한데 반해 중국은 추천/ 권유, 사용경험에 의한 의견을 중시함
 - ☑ 따라서 제품 출시 초기에는 육아커뮤니티 사이트의 왕홍을 이용한 제품 사용경험과 성분에 대한 자세한 후기를 작성하게 하는 Promotion을 개발하고 제품이 어느 정도 시장에 알려진 이후(확산기)에는 구전의량을 늘릴 수 있도록 위챗(WeChat)을 활용한 Promotion을 개발하는 등 단계별 커뮤니케이션 전략이 필요

PART II 중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 개발 및 전문 제품군 구축

[제 1세부(주관): 매일유업]

3. 중국 모유 영양조성 분석 자료 기반 맞춤형 조제분유 영양 밸런스 체계 구축

3.1. 중국 모유 영양조성 분석을 통한 시사점 도출

3.1.1. 관련 학술 자료 종합 분석

- 중국 모유의 영양 조성을 분석하기 위해 현지 학술 분석 방법으로서 中國知网(www.cnki.net), 維普网(oldweb.cqvip.com), 万方(www.wanfangdata.com.cn) 인터넷 사이트와 PubMed 사이트를 ‘china’, ‘human milk’, ‘chinese’, ‘human milk’, ‘breast milk’ 검색어를 사용하여 조사하였으며, 중국 모유의 영양성분으로서 단백질, 지방, 탄수화물, 비타민, 무기질에 대한 세부 분류 및 2015년 9월 기준으로 최근 5년, 10년 기준에 따른 투고 회수, review 논문, clinical trial 논문, human 대상으로 한 논문 세부 분류로 조사하였다.
- 먼저 중국 모유 영양조성으로서 탄수화물은 총 47건 검색되었으며, 최근 5년 기준으로 27건, 최근 10년 기준으로 40건이 보고되었다. 이 중에서 human 대상으로 연구된 논문은 37건이었으며, review 논문은 3편, 임상실험 논문은 4편이 보고되었다(표 42).

표 46. 중국 모유 영양조성 중 탄수화물 review 논문

기준	발행년도	논문 제목
Review	2009년	Sialic acid is an essential nutrient for brain development and cognition.
Review	2008년	Nutritional management of newborn infants: practical guidelines.
Review	2006년	Research advancement about lactose intolerance

- 중국 모유 영양조성으로서 단백질은 총 314건 검색되었으며, 최근 5년 기준으로 177건, 최근 10년 기준으로 248건이 보고되었다. 이 중에서 human 대상으로 연구된 논문은 243건이었으며, review 논문은 8편, 임상실험 논문은 17편이 보고되었다(표 43).

표 47. 중국 모유 영양조성 중 단백질 review 논문

기준	발행년도	논문 제목
Review	2014년	Optimizing nutrition in preterm infants.
Review	2013년	Identification of MFG-E8 as a novel therapeutic target for diseases.
Review	2012년	New function of lactoferrin: protection against cancer development and metastasis
Review	2011년	Breastfeeding of newborns by mothers carrying hepatitis B virus: a meta-analysis and systematic review.
Review	2010년	Disposition pathways and pharmacokinetics of herbal medicines in humans.
Review	2008년	Nutritional management of newborn infants: practical guidelines.
Review	2002년	Transgenic animals bioreactors
Review	1991년	Selenium in pediatric nutrition.

- 중국 모유 영양조성으로서 지방은 총 93건 검색되었으며, 최근 5년 기준으로 55건, 최근 10년 기준으로 82건이 보고되었다. 이 중에서 human 대상으로 연구된 논문은 71건이었으며, review 논문은 3편, 임상실험 논문은 없는 것으로 확인되었다(표 44).

표 48. 중국 모유 영양조성 중 지방 review 논문

기준	발행년도	논문 제목
Review	2005년	A review on the usage of POP pesticides in China, with emphasis on DDT loadings in human milk
Review	2014년	Optimizing nutrition in preterm infants
Review	2013년	Identification of MFG-E8 as a novel therapeutic target for diseases

- 중국 모유 영양조성으로서 비타민은 총 22건 검색되었으며, 최근 5년 기준으로 9건, 최근 10년 기준으로 12건이 보고되었다. 이 중에서 human 대상으로 연구된 논문은 16건이었으며, review 논문은 3편, 임상실험 논문은 3편으로 확인되었다(표 45).

표 49. 중국 모유 영양조성 중 비타민 review 논문

기준	발행년도	논문 제목
Review	1995년	Breastfeeding in China
Review	2013년	Bioactive natural constituents from food sources-potential use in hypertension prevention and treatment
Review	1991년	Selenium in pediatric nutrition

- 이와 같은 연구 논문들을 참고하였을 때 QIAN Jihong 등이 보고한 논문(2002)에 따르면 120명의 상해에 거주하는 수유모의 모유를 분석한 결과 지방, 칼슘, 아연 함량의 경우 상해에서 낮은 것으로 분석되었으며, 나트륨, 염소의 경우 상대적으로 높게 확인되었다. 그러므로 상해에 거주하는 임신 및 수유모의 경우 지방, 칼슘, 아연 공급원의 섭취를 늘리고 상대적으로 소금 섭취를 줄여야 하는 것을 제시하고 있다(표 46). Nanjing에서 1996년 5월부터 1997년 4월까지 모유 샘플을 수집하여 분석한 결과, 이행유와 성숙유의 비교에서 이행유에서 상대적으로 철분, 아연 함량이 상대적으로 높고, 칼슘의 경우 성숙유에서 상대적으로 높았으며, 구리와 마그네슘의 경우 이행유와 성숙유 차이에 큰 차이가 없는 것으로 보고되었다(표 47). 2012년 11월부터 2014년 1월까지 베이징 연합의학대학 병원 산부인과에서 실시한 170명의 산모의 미숙아 및 정상아 모유 샘플 339개를 분석한 결과 미숙아 산모의 모유에서 대량영양소와 열량 수준은 초유, 이행유, 성숙유에서 유의적으로 차이가 관찰되었다. 초유의 단백질의 경우 정상아 산모의 모유보다 미숙아 산모의 모유에서 함량이 높았으며, 성숙유 간에는 차이가 관찰되지 않았다. 재태 기간에 따라 미숙아 모유의 대량영양성분의 범위도 다양하였으며, 이러한 이유는 미숙아의 모유 영양 요구량이 다양하기 때문인 것으로 판단된다(표 48).

표 50. 중국 지역별 모유 영양조성 비교

Nutrients	Shanghai(n=120)	Urban district (n=90)	Suburb(n=30)
Protein(g/100g)	1.74±0.45	1.92 ± 0.36	1.18 ± 0.09
Fat(g/100g)	2.85 ± 0.44	2.88 ± 0.42	2.26 ± 0.48
Carbohydrate(g/100g)	7.81 ± 0.96	7.68 ± 1.03	8.04 ± 0.66
Manganese(µg/100g)	1.62 ± 0.47	1.83 ± 0.29	1.00 ± 0.88
Iron(µg/100g)	58.75 ± 13.14	65.00 ± 5.00	40.00 ± 3.15
Copper(µg/100g)	42.27 ± 11.90	46.60 ± 9.63	29.25 ± 8.40
Sodium(mg/100g)	23.20 ± 10.23	26.88 ± 8.96	12.21 ± 3.80
Potassium(mg/100g)	58.05 ± 9.78	62.08 ± 7.58	45.95 ± 3.15
Chloride(mg/100g)	66.10 ± 17.10	72.40 ± 14.30	47.10 ± 8.25
Phosphorus(mg/100g)	15.29 ± 2.13	16.05 ± 1.79	13.00 ± 1.25
Calcium(mg/100g)	28.30 ± 2.39	28.80±2.00	26.80 ± 3.00
Zinc(mg/100g)	0.35 ± 0.15	0.41 ± 0.12	0.16 ± 0.03

표 51. 중국 Nanjing 시에서 모유의 수유기간별 주요 무기질 영양 조성 비교

Nutrients	Transitional Milk(n=60)	Mature milk (group A, n=40)	Mature milk (group B, n=40)
Iron(mg/L)	3.26 ± 2.14	1.22 ± 0.71	1.29 ± 0.68
Zinc(mg/L)	8.74 ± 4.51	2.24 ± 1.65	1.97 ± 0.86
Copper(mg/L)	0.49 ± 0.31	0.36 ± 0.25	0.31 ± 0.09
Calcium(mg/L)	235.73 ± 64.91	279.56 ± 82.36	287.84 ± 63.38
Magnesium (mg/L)	30.71 ± 0.81	30.16 ± 9.09	30.00 ± 6.54

표 52. 중국 Peking 시에서 모유의 수유기간별 주요 영양 조성 비교

	Protein (g/100 ml)	Fat (g/100 ml)	Carbohydrate (g/100 ml)	Calorie (kcal/100 ml)
Colostrum (n=82)	2.22±0.49	2.4±1.3	6.4±0.9	55±9
Transitional Milk (n=62)	1.83±0.39	3.1±1.1	6.6±0.4	62±8
Mature milk (n=63)	1.40±0.28	3.4±1.0	6.7±0.4	64±8

- 2차년도에는 중국 모유 영양조성 학술분석과 한국 모유 수거 분석데이터를 통해 단백질, 지방, 유당을 수유 시기별로 함량 변화를 한국의 모유와 함께 심도 있게 분석하였으며 이를 통해 2016. 07월 신제품 설계에 반영하였다.
- 수행 예정인 중국 현지 수유부를 대상으로 모유 분석은 모유 수거 후 한국 반입에 어려움이 있어 중국의 연구기관과 함께 매일유업이 보유한 Know-how 및 시스템을 적용하여 한국과 중국의 양국 간의 모유 분석을 공동연구로 수행하고자 하였다. 하지만 중국의 모유 분석 협업 기관인 'Beingmate 연구소'와의 모유연구에 대한 의견 조율로 수행이 지연되어, 그 대책으로 중국의 타 연구기관인 장충대학과 한국 충남대학교 연구진과의 협약(11월 말까지 완료) 기반의 중국 현지 모유분석을 진행하여 최종 과제 목표와 부합되도록 연구를 진행하였다.
- 매일유업의 모유분석은 아래 그림 42와 같은 방법으로 수거하여 수행 하였다.



그림 42. 매일유업 모유연구소의 모유 분석 flow-chart.

- 모유영양성분 분석결과는 아래 그림 43과 같이 데이터를 축적하여 배포 하였으며, 2015.12월~2016.08월 까지 정밀분석(단백질, 탄수화물, 지방, 비타민, 무기질)은 138건, 간단분석(단백질, 지방, 탄수화물) 1,560건으로 총 9개월 동안 1,698건에 대한 분석을 진행하였다.



그림 43. 매일유업 모유연구소의 모유 분석 결과표.

○ 2016.07월 출시한 자사 NB제품인 금전명작에서 탄수화물의 급원을 텍스트린, 포도당에서 유당으로 변경하여 표 49와 같이 제품을 보다 모유와 가깝게 설계하였으며, 이는 유당의 경우 초유부터 이행유까지 한국, 중국 모두 평균 7.1 g/dl로 유의적인 함량 차이가 없었다는 결과를 토대로 하였다(표 50) 하지만 지역별로 차이가 있는 것으로 판단되는 결과들도 있었으며 이는 식습관 차이에 의하여 나타나는 결과로 판단된다.

표 53. 신, 구제품의 유당 함량 비교

유당 함량	리뉴얼 전 (g/dl)	리뉴얼 후 (g/dl)
1 단계	6.7	7.7
2 단계	5.8	7.2
3 단계	4.8	6.9

표 54. 중국과 한국의 수유 시기별 유당 함량(g/dl)

	0-7 days	8-14 days	15-28 days	1-2 M	2-3 M	3-4 M	4-5 M	5-6 M	6-7 M	7-8 M
		5-11 days	12-30 days	31-60 days	61-120 days		121-240 days			
	6.8±0.51	7.0±0.41	7.2±0.31	7.2±0.31		7.3±0.31				
중 국	8-10 days (Yangpu)									
	7.3 (7.1, 8.1)									
	(Hongkou)									
	7.7 (6.8, 9.4)									
	(Jingan)									
	7.2 (7.1, 7.52)									
	(Chongming)									
	8.1 (7.8, 8.3)									
	7.1±0.33	7.1±0.33	7.1±0.33	7.0±0.43	7.1±0.53	7.1±0.43	7.1±0.43	7.1±0.53	7.1±0.43	7.1±0.43
	6.929		7.229	7.529	7.529					
한 국	6.230		6.530	6.330						
				5.3831						
	6.4632		6.7432	6.8632	6.9532					
				6.333			6.833			
	6.634		6.834	734	6.934	6.934	6.934			

○ 단백질 함량의 경우 수유 시기가 지날수록 한국, 중국 모두 낮아지는 것을 확인 하였으며, 이는 단계별로 단백질 함량이 높은 조제분유와 반대된다. 조제분유의 경우 법적으로 하한치가 높게 설정되어 있기 때문에 2,3단계(6개월 이후~3세)제품일수록 모유와 유사한 함량으로 변경하기는 불가능하다. 다만 1단계(출생~6개월 이전)제품의 경우는 법적 최소 요구함량이 모유와 유사하게 설정되어 있기 때문에 이번 2016.07월에 출시한 금전명작에서 기존 제품과 대비하여 낮은 함량으로 설계하여 모유와 유사한 함량으로 설정하였다. 표 51과 같이 2,3단계 또한 기존제품 대비 낮은 함량으로 설계하여 최대한 모유와 유사한 수준으로 설계하였다. 양국 간의 함량을 비교하였을 때에 한국이 중국보다 평균적으로 0.2~0.3 g/dl 정도 높은 함량으로 분석되었다(표 52). 이 또한 식습관 차이에 의하여 나타나는 결과로 판단된다.

표 55. 단백질 함량 리뉴얼 전, 후 제품 비교

단백질 함량	리뉴얼 전 (g/dl)	리뉴얼 후 (g/dl)
1 단계	1.6	1.3
2 단계	2.2	2.1
3 단계	2.5	2.3

표 56. 중국과 한국의 수유 시기별 단백질 함량 (g/dl)

	0-7 days	8-14 days	15-28 days	1-2 M	2-3 M	3-4 M	4-5 M	5-6 M	6-7 M	7-8 M
	5-11 days	12-30 days	31-60 days	61-120 days			121-240 days			
	1.3±0.31	1.1±0.21	0.9±0.21	0.8±0.11			0.8±0.11			
중 국	8-10 days (Yangpu)									
	1.9 (1.8, 2.0)									
	(Hongkou)									
	1.6 (1.4, 2.2)									
	(Jingan)									
	2.0 (1.8, 2.2)									
	(Chongming)									
	1.2 (1.1, 1.2)									
	2.2±0.33	2.0±0.33	1.8±0.33	1.5±0.33	1.4±0.33	1.3±0.33	1.3±0.33	1.3±0.33	1.3±0.23	1.2±0.23
	2.426	1.796	1.796	1.566	1.466	1.326				
한 국				1.27	1.27	1.17				
				1.168						
				1.0612						
	1.319			1.099	0.999	0.919				
				1.2310			1.0310			
	1.4811		1.3511	1.1711	1.1111	1.1511	1.111			

○ 지방함량은 초유의 경우에 한국과 중국에서 2.7~2.9 g/dl로 모두 이행유인 3.1~3.6 g/dl에 비하여 낮은 경향성을 나타내는 것을 확인하였다. 초기 7일을 제외하고 대부분의 시기에서 지방함량은 3.0~3.6 수준으로 파악되어 이를 2016.07월 출시한 제품에 반영하여 설계하였다(표 53, 54).

표 57. 지방 함량 리뉴얼 전, 후 제품 비교

지방 함량	리뉴얼 전 (g/dl)	리뉴얼 후 (g/dl)
1 단계	3.5	3.3
2 단계	3.4	3.2
3 단계	3.1	3.1

표 58. 중국과 한국의 수유 시기별 지방함량 (g/dl)

	0-7 days	8-14 days	15-28 days	1-2 M	2-3 M	3-4 M	4-5 M	5-6 M	6-7 M	7-8 M
	5-11 days	12-30 days	31-60 days	61-120 days			121-240 days			
	2.9±1.1	3.6±1.41	3.5±1.61	3.1±1.41			3.2±1.61			
중 국	8-10 days (Yangpu)		2.9 (2.8, 3.1)							
	(Hongkou)		2.7 (2.5, 2.9)							
	(Jingan)		3.0 (2.3, 3.3)							
	(Chongming)		2.2 (2.0, 2.4)							
	2.7±1.03	3.0±0.93	3.2±1.03	3.1±1.53	3.2±1.33	3.0±1.43	2.9±1.43	3.0±1.43	3.1±1.43	3.2±1.63
	3.31±1.416									
한 국			3.27	2.57	2.47					
			3.18							
			3.29	3.39	3.29					
			3.310			3.810				
			3.711	3.911	3.211	311	3.211			

○ 중국과 한국의 모유 영양성분을 분석한 결과, 루테인이 아이의 시력 발달 및 보호에 필요한 기능성 성분임 판단하였다(표 55). 루테인은 망막과 수정체에 존재하는 가장 많은 카로테노이드로서 “Blue light hazard”(가시광선의 단파장 영역(400-500 nm)에 속하는 Blue light가 눈에 산화적 테미지를 주는 현상)를 막아주며 특히, 영유아의 경우 이러한 Blue light를 흡수할 수 있는 능력이 떨어져 햇빛을 직접 쬐이게 되면 수정체가 손상된다. 또한 임상 결과, 루테인이 미숙아망막증을 억제하는 중요한 요소 중 하나로 여겨지고 있다. 루테인은 영아 대뇌 중에 기억, 학습능력과 관련된 구역에 분포한 주요 카로테노이드로(66-77%) 뇌에서 중요한 역할을 하며, 모유 속에 가장 많이 함유된 카르테노이드이다. 이번에 출시한 애사락 금전명작은 루테인을 모유 함량에 맞게 설계하여 아이가 충분히 루테인을 섭취하는데 도움을 줄 수 있도록 설계하였다.

표 59. 중국과 한국의 루테인 함량

Lutein (µg/L)	
중국	44-45
한국	10.06

○ 상기 영양 분석에 사용된 참고 문헌은 아래 표 56과 같다.

표 60. 본 분석에 사용된 참고 문헌 목록

- 1) Chin Med J 2014;127 (9): 1721-1725 Breast milk macronutrient composition and the associated factors in urban Chinese mothers
- 2) Journal of Paediatrics and Child Health 46 (2010) 115 - 120 Breast milk macro- and micronutrient composition in lactating mothers from suburban and urban Shanghai
- 3) Nutrition Research and Practice 2015;9(4):433-438 Macronutrient composition of human milk from Korean mothers of full term infants born at 37-42 gestational weeks(매일유업 자체 분석 자료)
- 4) Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr 2014 June 17(2):104-111. Growth and Tolerance Assessment of a Lutein-fortified Infant Formula
- 5) 매일아시야모유연구소 분석 및 논문 submission 자료 인용
- 6) 문수재, 이민준, 김정현, 강정선, 안홍석, 송세화, 최문희. 수유 기간에 따른 모유의 총질소, 총지질 및 젓당 함량변화와 모유 영양아의 에너지 섭취에 관한 연구. 한국영양학회지 25(3):233-247,1992
- 7) 임현숙, 이정아, 허영란, 이종인. 모유영양아와 인공영양아의 에너지 단백질, 지질, 락토오스 섭취량에 관한 연구. 한국영양학회지 26(3):325-337,1993
- 8) 배현숙, 이동환, 안홍석. 영양공급양상에 따른 2개월령 영아의 영양소 섭취에 관한 연구. 한국영양학회지 29(1):77-88, 1996
- 9) 최경순, 김을상. 채식 수유부의 수유기간별 영아의 에너지, 단백질, 지질, 락토오스 섭취량에 관한 연구. 한국영양학회지 30(5):512-519, 1997
- 10) 안홍석, 정지윤. 도시 저소득층 지역의 모자 영양 및 섭식에 관한 생태학적 연구-III. 영양아의 섭식과 성장발육. 대한지역사회영양학회지 3(2):174-189,1998
- 11) 김을상, 이종숙. 모유영양아의 수유기간별 에너지, 단백질, 지질과 유당 섭취량. 한국영양학회지 35(7):771-778,2002
- 12) 구재옥, 최경숙, 김원경. 모유영양아와 인공영양아의 성장과 에너지 및 단백질 대사에 관한 종단적 연구. 지역사회영양학회지1(1):47-65, 1996

3.1.2. 중국 모유의 영양조성 분석

- 3차년도에는 2차년도에 지연되었던 중국 모유 샘플(58개) 분석을 3차 년도에 진행하였고, 한국 모유 결과와 비교/분석하기 위하여 한국 모유 샘플(182개)도 수집하여 분석하였다.
- 분석 결과 중국 모유의 지방, 단백질, 유당 및 총 고형물의 평균 함량은 각각 3.5, 1.1, 6.6, 12.3 g/dL 으로 나타났고, 한국 모유의 지방, 단백질, 유당 및 총 고형물 평균 함량은 각각 3.46, 1.25, 6.64, 12.19 g/dL 으로 나타났다(표 57).

표 61. 중국 모유의 주영양소 함량 (average ± standard deviation)

	Concentration (g/dL)					
	중 국			한 국		
Fat	3.5	±	1.2	3.46	±	1.21
Protein	1.1	±	0.3	1.25	±	0.17
Lactose	6.6	±	0.2	6.64	±	0.29
Total solid	12.3	±	1.2	12.19	±	1.26

- 수용성 비타민은 9종(B1, B2, Niacin, Niacinamide, B5, B6, B7, B9, B12)을 추출하여 분석하였다. 중국 모유의 수용성 비타민 9종 함량은 표 58에 나타내었고, 비타민 B2, B3, B5, B7 및 B12는 높은 수치로 함유되어있는 것으로 분석되었다. 한국 모유 내 수용성 비타민 9종 중 B5가 가장 많이 함유되어 있으며, 반대로 B9가 가장 적게 함유되어있는 것으로 분석되었다(표 59).

표 62. 중국 모유의 수용성 비타민 9종의 함량 (average ± standard deviation)

Vitamin	Concentration (µg/dL)			Frequency (%)
B1	12.7	±	17.4	45
B2	6.2	±	14.1	62
Niacin	65.8	±	91.8	67
Niacinamide	419.6	±	379.9	95
B5	132.3	±	84.3	98
B6	14.4	±	34.9	22
B7	92.7	±	169.9	67
B9	0.3	±	0.5	31
B12	27.8	±	29.8	64

표 63. 한국 모유의 수용성 비타민 9종의 함량 (average ± standard deviation)

Vitamin	Concentration (µg/dL)		Frequency (%)
B1	13.1	± 14.4	63
B2	10.0	± 36.5	88
Niacin	57.2	± 85.8	67
Niacinamide	214.6	± 254.9	97
B5	648.8	± 607.3	100
G6	4.6	± 21.9	24
B7	33.8	± 61.8	48
B9	0.6	± 2.7	15
B12	68.0	± 138.2	83

○ 지용성 비타민의 경우에는 지용성 비타민 6종(Retinol, D2, D3, E, K1, Lutein) 을 추출하여 분석하였다. 중국과 한국 모유 샘플 모두 지용성 비타민 D의 경우 분석 LOD 이하의 수준으로 존재하지만, 다른 비타민의 경우 거의 모든 샘플에서 일정수준 이상으로 존재하는 것으로 확인되었다(표 60, 61)(그림 44, 45).

표 64. 중국 모유의 지용성 비타민 6종의 함량 (average ± standard deviation)

Vitamins	Concentration (per dL)		Frequency (%)
Retinol (µg)	11.5	± 10.2	100
D2 (µg)	0.0	± 0.0	0
D3 (µg)	0.0	± 0.0	0
E (mg)	0.23	± 0.1	100
K1(µg)	2.1	± 2.2	100
Lutein (µg)	7.6	± 6.0	100

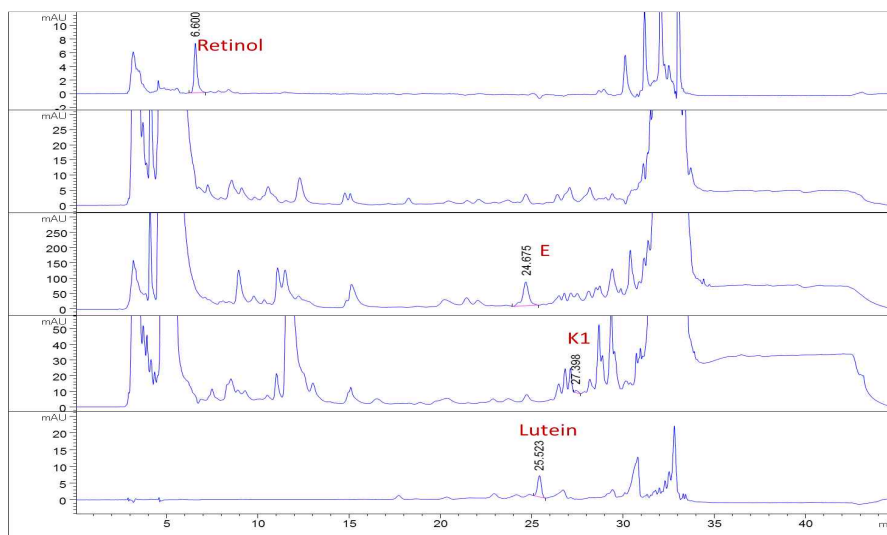


그림 44. 중국 모유에서 추출된 지용성 비타민의 LC 크로마토그램.

표 65. 한국 모유의 지용성 비타민 6종의 함량 (average ± standard deviation)

Vitamins	Concentration (per dL)		Frequency (%)
Retinol (μg)	7.09	± 3.57	100
D2 (μg)	-	± -	-
D3 (μg)	-	± -	-
E (mg)	0.21	± 0.10	100
K1 (μg)	1.18	± 0.99	93
Lutein (μg)	3.77	± 2.47	100

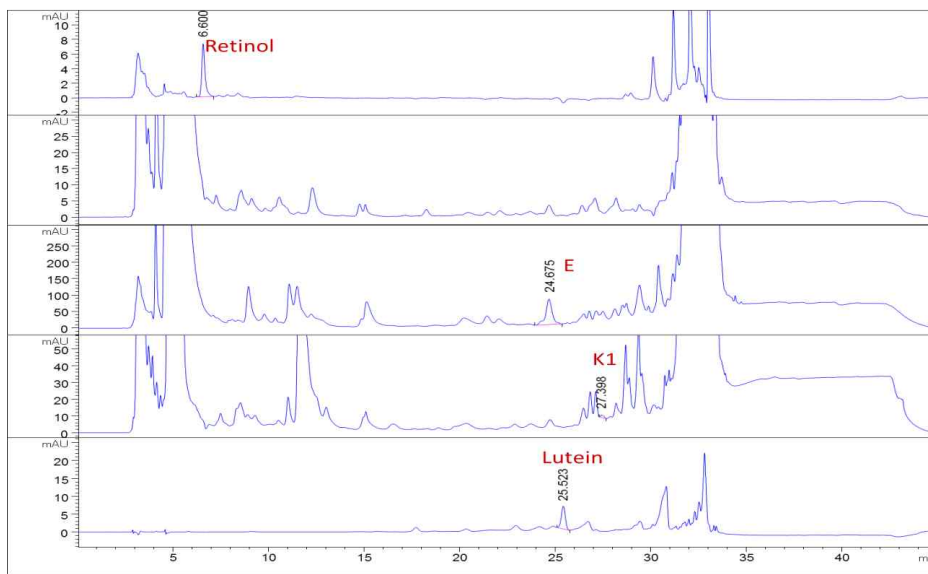


그림 45. 한국 모유에서 추출된 지용성 비타민의 LC 크로마토그램.

- 미네랄의 경우 중국과 한국 모유 샘플 모두에서 측정 미네랄 10종 중 7종 (Na, Mg, K, Ca, Fe, P, S) 은 모든 샘플에서 측정되었으며, 그 중 철분의 농도는 매우 낮았다. Cu, Zn, Mn의 경우 모유 내 다른 미네랄 성분보다 매우 적게 함유되어있는 것으로 분석되었다(표 62, 63).

표 66. 중국 모유의 미네랄 10종의 함량 (average \pm standard deviation)

	Concentration (ppm)			Frequency (%)
Na	139.4	\pm	67.0	100
Mg	30.7	\pm	6.5	100
K	532.7	\pm	120.1	100
Ca	274.0	\pm	58.0	100
Cu	0.0	\pm	0.0	0
Zn	0.5	\pm	1.3	24
Mn	0.0	\pm	0.0	0
Fe	2.8	\pm	5.6	100
P	135.2	\pm	32.2	100
S	104.8	\pm	30.6	100

표 67. 한국 모유의 미네랄 10종의 함량 (average \pm standard deviation)

	Concentration (ppm)			Frequency (%)
Na	125.2	\pm	77.5	100
Mg	29.9	\pm	6.5	100
K	503.5	\pm	64.9	100
Ca	296.6	\pm	48.6	100
Cu	0.0	\pm	0.0	0
Zn	0.2	\pm	0.6	19
Mn	0.0	\pm	0.0	0
Fe	1.6	\pm	7.9	55
P	125.1	\pm	25.0	100
S	108.5	\pm	31.0	100

- 중국 및 한국 모유 샘플 내 영양성분 내 상관성을 확인하기 위하여 상관분석을 수행한 결과 두 나라의 모유 샘플 모두 단백질 함량과 나트륨 (Na), 황 (S) 의 선형관계를 발견하였고, 미네랄과 단백질농도는 상관관계가 있음을 확인하였다(그림 46, 47).

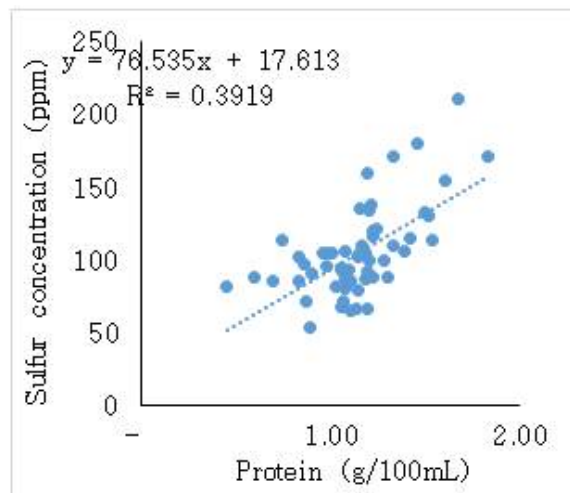
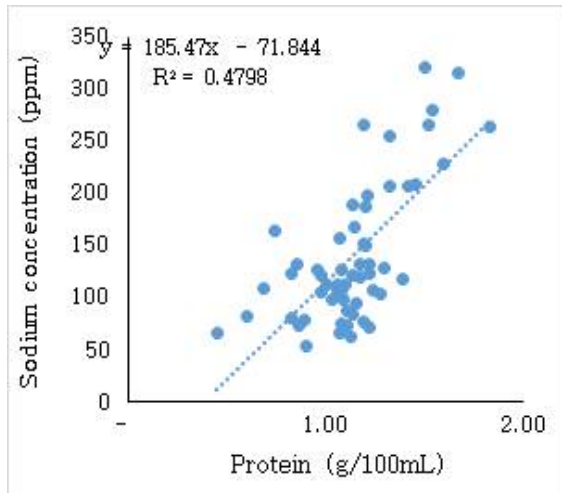


그림 46. 중국 모유의 단백질 함량과 나트륨 (Na, 좌), 황 (S, 우) 간의 상관관계.

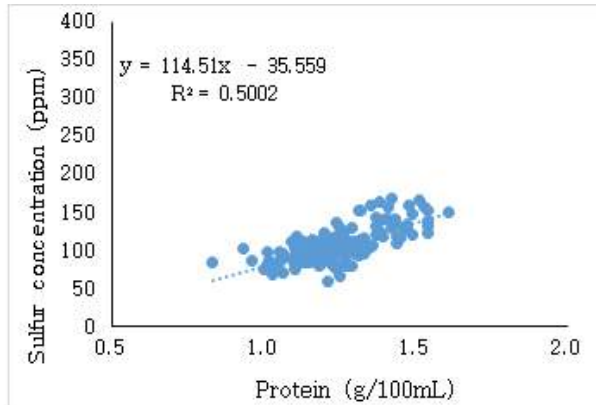
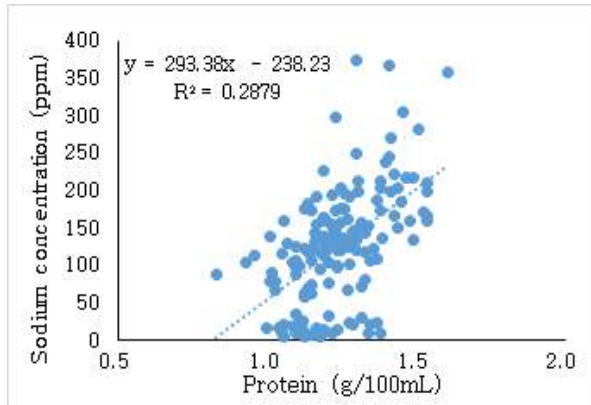


그림 47. 한국 모유의 단백질 함량과 나트륨 (Na, 좌), 황 (S, 우) 간의 상관관계.

4. 대중국 수출전략 형 프리미엄 조제분유 제품개발 및 제품군 구축 - 중국 모유 영양조성 분석을 통한 제품화

- 2016.07월에 출시한 ‘애사락 금전명작’은 자사가 기존에 보유하고 있던 ‘금전명작’을 매일아시아모유연구소의 모유연구와 아시아 아기에게 적합하게 설계한 분유라는 컨셉(Right for Asian baby)으로 리뉴얼한 제품으로 주요영양소와 기능성성분을 모유 성분의 함량과 기능에 맞추어 설계하였다.
- ☑ 제품 컨셉은 익소우호 조합(두뇌, 시력 발달뿐만 아니라 소화에 이롭고 우수하게 보호해주는 배합)으로 하여 아래 그림 48과 같이 모유 연구 결과와 기능성을 첨가하였다.

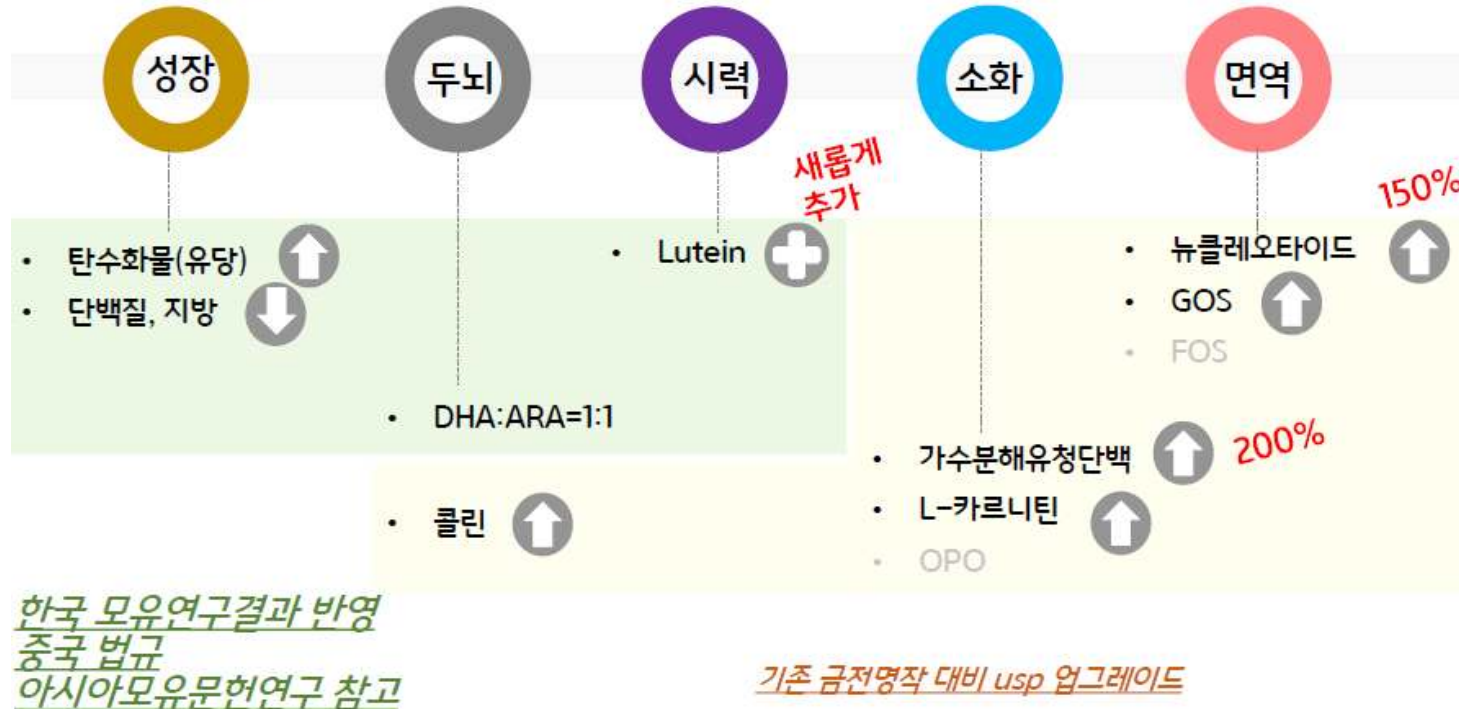


그림 48. 중국 조제분유 시장 규모(Unit: Billion Yuan).

○ 디자인은 색과 이미지를 고급화하여 주요 타겟층인 프리미엄 고객의 구매 욕구를 자극시킬 수 있도록 변경하였다(그림 49, 50). 단계 축소를 진행한 이유는 2016년 10월 1일에 시행되는 ‘영유아조제분유 제품 배합비 등록 관리법’에 브랜드별 SKU를 3개로 제한을 함에 따른 변경사항이다.



그림 49. 리뉴얼 전후 제품 디자인 변경.

내용		디자인	
제품명	앤솔루트 금전명작 (爱思诺 金典名作)		
컨셉	<ul style="list-style-type: none"> 모유연구와 아시아 아이에게 적합한 설계 DHA가 함유되어 두뇌발달에 도움을 줌 루테인 함유, 타우린 함유 식이섬유(GOS, FOS)가 함유되어 장내 환경 개선에 도움을 줌 		
용량	800g, 400g 14g(1 단계)		
포장	800g, 400g =캔 14g=stick		
입수	800g 12입, 400g 24입, 14g		
가격	1,2,3 단계 동일 800g = 328 위안 (59,040 원) 400g = 198 위안 (35,640 원)		
유통기한	캔, 36개월 스틱, 12개월		
생산처	평택공장		
SKU	7개		

그림 50. ‘애사락 금전명작’ 제품 정보.

○ 2차년도에 개발한 ‘애사락금전명작’은 중국 정부에 배합비 등록되었으며, 2018년도에도 지속적으로 생산 및 판매가 이루어질 예정이다. 2017년 중국과의 ‘THAAD’ 이슈로 인해 36.6억의 매출을 기록하였지만, 2018년도에는 관계개선과 배합비 등록으로 인해 170억 대를 목표로 판매할 예정이다.

- 3차년도에는 협동기관에서 수행한 종합적인 연구 기술 적용을 통한 제품 설계 및 실험성 검증성과를 제품에 접목시켜 영양, 안전, 품질을 향상시킨 제품으로 개발 하였다. 다만 2018년 1월 1일부터 적용되는 '영유아조제분유제품 배합비 등록관리방법'에 의하여 기존에 출시한 '애사락 금전명작'의 배합비를 변경할 수 없기 때문에 매일유업의 제 2공장인 아산공장에서 제품 개발이 이루어졌다. 또한 자사 브랜드 출시가 아닌 고객사의 요청에 의하여 생산하는 ODM 형태의 제품으로 개발하였기 때문에 모든 영양성분에 모유분석 연구결과를 접목시킬 수 없었지만, 공정 조건과 생산 방식의 경우에서는 연구결과들을 접목할 수 있었다.
- 제품명은 '희안흔흔우(喜安欣欣佑)'로 개발 시 과제 연구결과로 적용한 내용은 다음과 같다.
 - ☑ 1협동 연구결과: GOS, FOS 최적화 비율 첨가(6:1), bifidus 균주 추가에 따른 장내 환경 개선 및 면역증진 기능성 추가
 - ☑ 2협동 연구결과: 원료 선별 및 검수를 통한 질산 대사 미생물 및 초기 기질량 최소화(고온성세균이 주로 검출되는 전지, 탈지분유의 고온성세균 규격화 진행(300 CFU/g이하 관리, 주요 관리 대상 공정 단계별 질산 대사의 진행 수준 모니터링 및 대사 패턴 분석으로 관련 위해 예방 전략 도입, 분말 취급 단계의 청결 구역 관리, 소비 단계의 교차오염 발생 예방을 위한 스푼캡(클린캡) 디자인 적용
 - ☑ 3협동 연구결과: Spray dryer 온도 변경(inlet: 200~220°C→166~172°C/outlet: 88~98°C→82~83°C)을 통한 AGEs 약 15% 저감 조건 확립
 - ☑ 4협동 연구결과: MA포장 적합성 검증 진행, 중국 현지 포장 기호도 조사 실시를 통한 포장형태 need 점검, 유통기한 실증실험 시행 등 현재 포장 형태와 조건에 대한 과학적 기반 마련을 통하여 포장재 적합성을 검증할 수 있었다. 또한 향후 stick 제품 유통기한 연장을 위한 ascorbic acid 첨가 항산화성 포장재 검증(약 산화안정성 40% 증가),
 - ☑ 5협동 연구결과: 배합비 프로그램을 이용한 제품설계 진행하였으며 배합비 변경 이력화 실현하였다. 또한 이력식품이력추적시스템 적용을 통한 통합관리 시스템 적용을 실시하였다.
- 해당 제품은 현재 중국식약국(CFDA)에 등록 신청을 완료(2017년 12월 13일)하였으며, 등록은 2018년 상반기에 결정될 예정이다.

PART III 수출국에 전문화된 서비스 방안 수립 및 민간 서비스 제공

[제 1세부(주관): 매일유업]

5. 중국 소비자를 위한 현지 서비스 제공 및 성과 평가

5.1. 중국 소비자를 위한 영양 자료 및 교육 등 현지 전문 서비스 방안 수립

5.1.1. 전략적 서비스 콘텐츠 선택

- 매일유업에서는 아기들의 건강을 위해 국내 최다 모유 분석, 아기 똥 상담·분석을 실시하고 있으며, 수유부의 교육을 위한 세미나 및 수유부 식이분석 서비스 등을 제공함으로써 소비자에게 많은 호응을 얻고 있다(그림 52).



그림 52. 매일유업 모유연구소 서비스 및 주요활동.

- 매일유업에서 현재 성공적으로 운영되고 있는 서비스 콘텐츠 중 전략적으로 중국 소비자들에게 교육과 정보제공을 기본 목적뿐만 아니라 매일유업 브랜드에 대한 인지도를 상승시키기 위한 콘텐츠를 접목 시키고자 하였다.

- 중국에서 수유부들이 조제분유를 변경 및 선택할 시에 가장 큰 고려사항 중 하나가 ‘상초열’이라는 증상이 없는 분유를 선택을 한다. 상초열은 아이들이 분유에 대한 거부반응을 일으키거나 면역력이 떨어질 때 발생하는 복합적인 현상을 일컫는다. 주로 얼굴이 붉어지거나 변성상이 변할 때 상초열이 있다는 판단을 한다. 한국의 수유부들은 변성상에 대하여 매우 민감하여 SNS나 커뮤니티를 통하여 분유와 변에 대하여 적극적으로 질문하고 정보를 얻지만 중국의 수유부들은 변 얘기를 꺼내놓고 하는 것을 꺼려하는 경향이 있다. 즉, 변에 대해 관심은 많지만 꺼내놓고 얘기하지 않기 때문에 매일유업에서 ‘아기똥솔루션’을 통하여 변성에 대한 전문적인 정보와 지식들을 제공할 경우 중국 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있을 것이라 판단하였다.
- 또한 온라인 채널을 통한 분유 판매가 상승함에 따라 차별화된 온라인 서비스를 통해 소비자들에게 친숙하게 다가가는 것 또한 중요한 요소라고 판단되었다. 아기똥솔루션의 서비스 범위는 표 65와 같으며 이를 순차적으로 매일유업차이나 홈페이지에 접목시키고자 한다.

표 69. 아기똥솔루션 서비스 범위

서비스 종류	서비스 내용
아기똥 셀프 진단	변의 조건에 따라 3,132가지의 진단결과에 대한 DB를 보유하고 있으며 이를 통하여 아이에게 꼭 맞는 진단 결과 제공
아기똥 사진 상담	아기똥을 촬영해서 전송해 주시면 매일모유연구소 소아청소년과 전문의가 아기똥 상태를 진단
아기똥 지식	신생아부터 24개월 아기까지 월령별로 꼭 알아둬야 하는 아기똥 필수 정보 제공
아기 민감도 진단	아기의 트러블 케어를 위한 세심한 진단

5.2. 중국 소비자를 위한 현지 서비스 제공 및 성과 평가

5.2.1. 정립된 서비스 방안을 활용한 수출국 민간 서비스 제공

- 1차년도에 수립한 현지 소비자를 위한 서비스 콘텐츠는 총 4가지로 ‘아기똥 셀프진단’, ‘민감도 셀프진단’, ‘성장·영양 셀프진단’, ‘수유량 셀프진단’을 매일유업의 영유아조제분유의 중국 홈페이지인 ‘<http://absocn.com/solution>’에 접목 완료 하였다(그림 53).



그림 53. Solution 콘텐츠 접목한 홈페이지 (<http://absocn.com/solution>).

- 아기똥 솔루션은 영아의 월령, 수유방식, 이유식 섭취, 배변 횟수, 변성, 변을 볼 때 아이의 표정, 변색을 통해서 아이의 건강상태를 간단하게 체크를 할 수 있도록 구성되었다(표 66). 색깔, 표정 등은 시각화를 통해 소비자의 이해를 도와줄 수 있도록 설계하였다.

표 70. 아기똥 솔루션 구성표

구분	내용
영아월령	① 0~1개월, ② 2~3개월, ③ 4~6개월, ④ 7~12개월
수유방식	① 완전모유, ② 완전분유, ③ 분유/모유 혼합수유, ④ 우유수유, ⑤ 생우유/분유 혼합수유, ⑦ 수유하지 않음
이유식 섭취	① 먹이지 않음, ② 먹이고 있음, ③ 시작단계로 약간먹임
배변 횟수	① 일 6회 이상, ② 일 5회, ③ 일 3회, ④ 일 2회, ⑤ 일 1회, ⑥ 이틀에 1회, ⑦ 주 3회 ⑧ 주 3회 이하
변성 정도	   
	  
	① 매우 단단함, ② 단단함, ③ 일반적임, ④ 묽음, ⑤ 약간묽음, ⑥ 매우묽음
아기 얼굴	    
	① 소리내어 울, ② 얼굴이 빨개짐, ③ 얼굴을 찌푸림, ④ 평범, ⑤ 미소
변색	    
	    
	
	① 노란색, ② 황색, ③ 갈색, ④ 연두색, ⑤ 녹색, ⑥ 어두운 녹색, ⑦ 밝은 빨간색, ⑧ 빨간색, ⑩ 매우 빨간색, ⑪ 어두운 빨간색, ⑫ 검은색, ⑬ 회색, ⑭ 흰색

○ 또한 아기 민감도 테스트는 현재 급증하고 있는 아토피 피부염, 비염 등의 알레르기 질환에 대하여 어머니 스스로 아이의 상태에 대하여 체크를 해보고 트러블 민감도에 맞는 솔루션을 찾을 수 있도록 설계하였다(표 67).

표 71. 아기 민감도 진단 구성표

질문 리스트	답변
Q.1. 부모 중 알레르기 질환(아토피성 피부염, 비염, 천식 등)을 겪고 있는 분이 있나요?	① 부모님 모두, ② 아버지 ③ 어머니 ④ 없음
Q.2. 아이의 형제, 자매가 알레르기성 질환(아토피성 피부염, 비염, 천식 등)을 겪고 있나요?	① 예, ② 아니오
Q.3. 배변, 배고픔 등의 생리적인 현상이 해결되어도 자주 보채고 칭얼대는 편인가요?	① 예, ② 아니오
Q.4. 배가 팽팽한 편이고, 방귀를 자주 끼는 등의 현상이 있나요?	① 예, ② 아니오
Q.5. 수유량의 변화가 많은 편인가요?	① 예, ② 아니오
Q.6. 아기의 피부 상태가 양호한가요?	① 건조하고 울긋불긋함 ② 좁쌀같은 알갱이가 있음 ③ 깨끗하고 매끄러움
Q.7. 아기가 자주 토하나요?	① 예, ② 아니오
Q.8. 변이 많이 단단하거나 변 보기 힘들어 하는 편인가요?	① 예, ② 아니오
Q.9. 3시간 미만의 짧고 얇은 수면패턴을 자주 보이나요?	① 예, ② 아니오
Q.10. 아기를 돌보느라 피로를 많이 느끼는 편인가요?	① 예, ② 아니오

5.2.2. 중국 소비자 대상 민간 서비스 제공 평가

○ 중국 디지털 마케팅의 하나로 SNS, 매체, 애플루트 중국 사이트 홈페이지 등을 통한 캠페인을 연계하여 애사락 브랜드를 소개하였다. SNS 중의 하나인 웨이보 (http://weibo.com) 내 애사락 브랜드 사용 후기 콘텐츠化 후기 확산 이벤트 집행 결과, 285건의 자발적 사용 후기 콘텐츠를 생성하였고, 런칭 기념 관련 소식 포털 및 육아매체 내 기사 배포 및 긍정적 여론을 조성하였다(TouTiao 내 배포 실적: 16만 명 구독 달성, 공유수 170개). 2017년 9월에는 동일 중국 공산당 제 19회 전국 대표회의의 정부규제로 인하여 육아매체에 대체/집중하여 배포하였다(총 30건의 SEO 및 2건의 PR 콘텐츠 기획, 70여개 이상의 매체에 배포).



그림 54. 매체 홍보.



그림 55. SNS 웨이보 홍보.

○ 또한 아기똥 관련하여 PR을 배포하여 솔루션에 대하여 소개하고, QR코드로 랜딩될 수 있도록 콘텐츠를 개발하여 홍보하고 있다(그림 56).

Absolute 每日乳业
 2016-12-29 17:30 来自 微博 weibo.com
 #宝宝便便大百科# 为什么母乳喂养的宝宝大便更为柔软, 而换成一般配方奶粉后, 宝宝会出现大便干燥的情况呢? 食用奶粉后大便干硬、便秘的问题真的无法避免吗? 今天就让小每来告诉宝妈们其中的奥秘吧~想要了解更多宝宝大便的秘密, 请访问最新官网。www.absocn.com/solution/baby_poo.do

↑ 收起 | 🔍 查看大图 | ↶ 向左旋转 | ↷ 向右旋转

母乳

- **Oleic acid** 母乳中含有的棕榈酸70%位于β位置, 油酸位于α位置, 从而形成独特的OPO结构脂。OPO结构脂使宝宝更容易吸收脂肪酸和钙质, 并让宝宝排便柔和。
- **Palmitic acid**
- **Oleic acid**

一般配方奶粉

- **Palmitic acid** 与母乳中的脂肪酸不同, 一般配方奶粉采用的棕榈酸结合于α位置, 脂肪酸及钙质的吸收率比母乳低, 所以容易引起宝宝大便干结。
- **Oleic acid**
- **Palmitic acid**

爱思诺金典名作

- **Oleic acid** 爱思诺金典名作采用将棕榈酸调整到β位置的OPO结构脂, 与母乳相同的结合位置可以使宝宝充分吸收脂肪酸及钙质, 让排便如同母乳喂养般柔和。
- **Palmitic acid**
- **Oleic acid**

小每温馨提示
 在宝宝出现大便干硬甚至便秘时, 宝妈们就应减少喂奶量。冲调奶粉时, 不要冲调过浓, 两顿奶间最好给宝宝喝些水或果汁(如橙子半个榨汁, 加等量温水)。

想知道**每日乳业**优惠及育儿信息吗?
 现在就关注**每日乳业**官方微博吧!
 100%韩国原装进口, 值得信赖的**每日乳业**
 @每日乳业 weibo.com/maeilchina

Absolute 每日乳业
 2016-11-11 19:45 来自 iPhone 6
 #宝宝便便大百科# 宝宝的便便不仅样子不好看, 还散发着一股臭臭的味道, 但却判断宝宝健康状况的明镜。宝妈奶爸们可以通过宝宝的排便状态, 判定宝宝是否健康~访问小每最新官网来体验一下这个测试吧! [网页链接](#)

↑ 收起 | 🔍 查看大图 | ↶ 向左旋转 | ↷ 向右旋转

宝宝的便便能直接反映出宝宝的健康状况, 使用每日乳业的宝宝便便探秘服务, 通过分析宝宝便便, 及时诊断宝宝健康吧。

- 第1步** **分析宝宝便便, 诊断宝宝健康**
当宝妈们发现宝宝的便便似乎和平时不太一样时, 就需要注意了。
- ↓
- 第2步** **请输入宝宝信息**
输入月龄、喂养方式及是否使用婴儿食品等信息。
- ↓
- 第3步** **选择便便状态**
选择和宝宝当前便便状态相符合的选项。
- ↓
- 第4步** **根据分析结果, 轻轻松松了解宝宝健康状况**

通过选择宝宝的排便情况, 简单判断宝宝的便性状态。从已储存的3132种**诊断结果**里找到适合自己宝宝的便性情况。

想知道**每日乳业**优惠及育儿信息吗?
 现在就关注**每日乳业**官方微博吧!
 100%韩国原装进口, 值得信赖的**每日乳业**
 @每日乳业 weibo.com/maeilchina

그림 56. SNS 웨이보 홍보(QR코드 랜딩).

○ 다양한 홍보 결과, 2016년 08월 01일부터 2017년 10월 31일까지 앱솔루트 중국 사이트 홈페이지(www.absocn.com) 방문자수를 분석한 결과 총 602,583명이 방문하였고, 홈페이지의 즉석진단 참여자는 총 3,350명이었다. 즉석 진단의 경우 아기똥 진단이 3,350명으로 가장 많았고, 수유 362명, 민감도 335명, 성장영양 501명이 참여하였다.

-사이트 방문자수

분석 기간	방문수	신규방문수	재방문수
2016.08.01 ~ 2017.10.31	602,583	508,624	93,959

-사이트 페이지뷰

분석 기간	페이지뷰	방문수	방문당 페이지뷰
2016.08.01 ~ 2017.10.31	751,164	602,583	1.25

-즉석진단참여자

아기똥진단	수유	민감도	성장영양
3,350	362	335	501

그림 57. 아기똥솔루션 서비스 범위.

- 목적: 아시아 아기에 적합한 분유 컨셉에 부합하는 신뢰성과 전문성 이미지 부여
- 1차 활동: 1월 6일-10일 중국 위챗 SNS 계정에서 이벤트에 참가한 사람들 중 10명 선발하여 아기똥 사진 및 질문답변을 받은 후 분석 보고서 제공
- 2차 활동: 6월 12일에서 6월 18일까지 구매한 고객 중 선착순 100명에게 아기똥분석 보고서 제공



宝宝便便分析报告event

上传照片1对1分析

上传宝宝便便照片，儿科医生一对一分析，提供体检报告

参与方式:

- 1 参与活动
购买奶粉获得资格
- 2 联系客服
确认资格
- 3 确认收货
并好评
- 4 联系客服
上传便便照片
- 5 领取分析报告

消化系统专家 郑芝娥 所长

履历

小儿青少年科 专职医师 (少儿消化系统营养学 专职医师)
 梨木木洞医院首尔消化系统营养学 专职医师
 翰林医科大学 江东圣神医院 少儿青少年科 教授

• 活动内容解释权归厂商所有

그림 58. 아기똥솔루션 서비스 활용안.



그림 59. 소비자 콘텐츠 SNS 활용

- 또한 아기똥솔루션 이벤트(1:1맞춤상담)를 신뢰도 있는 중국 4대 신문매체, 육아업계의 대표매체, 매일유업 위챗 계정을 통하여 1, 2차 진행한 결과, 클릭수가 약 1,100,000건이었고, 노출량은 약 4,000,000건으로 높았다.

PART IV 영·유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발

[제 1협동: 고려대학교 김영준 교수]

6. 조제분유 첨가 유산균의 생존을 강화 및 기능성 보존 기술 연구

6.1. 유산균 조성물 개발 및 특성검토

6.1.1. 탄수화물원에 따른 유산균의 생육특성

- 본 연구는 영·유아의 장내환경 개선 및 면역증강에 도움을 줄 수 있는 유산균 첨가 기능성 조제분유의 개발을 통해 중국수출을 목적으로 하고 있기 때문에 중국의 식품 법규에서 조제분유에 첨가하는 것을 허용하고 있는 유산균 6종(*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB12(BB12), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BI07(BI07), *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* HN019(HN019), *Lactobacillus rhamnosus* GG(LGG), *Lactobacillus rhamnosus* HN001(HN001), *Lactobacillus acidophilus* NCFM(NCFM)을 선택하여 해당 균주의 생존을 및 생리활성을 강화하고자 하였다.
- 유산균 조성물 개발을 위해서 우선적으로 유산균의 생육에 필수 영양성분인 탄수화물원을 조절하여 유산균의 생육특성을 파악하고자 하였으며 탄수화물원은 glucose를 대조군으로 하여 생균촉진제(prebiotics)로서 널리 사용되고 있거나, 조제분유에 적합할 것이라 사료되는 올리고당 3종(oligofructose, oligogalactose, 2'-fucosyllactose)을 선정하였다.
- 유산균 6종의 생육특성 연구를 진행하기에 앞서 우리나라 시중에 판매되고 있는 대표적인 발효유 제품에 함유된 유산균 2종(BB12, LGG)에 대하여 올리고당의 첨가가 생육에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위해, 올리고당 3종을 각 0.1, 0.5, 1.0%의 농도로 첨가한 MRS broth에 유산균을 각각 접종 후 생육을 관찰하였다.

가. 올리고당 첨가에 따른 BB12, LGG의 생육도 확인

○ 유산균 2종을 올리고당이 첨가된 MRS broth 배지에 접종한 뒤 38°C의 혐기조건에서 배양하면서 0시간부터 30시간까지 600 nm의 파장에서 흡광도를 측정 한 결과, 대조군과 실험군 사이의 차이를 나타내지 않았으며, 올리고당 농도간의 상관관계 또한 보이지 않았다(그림 60, 61).

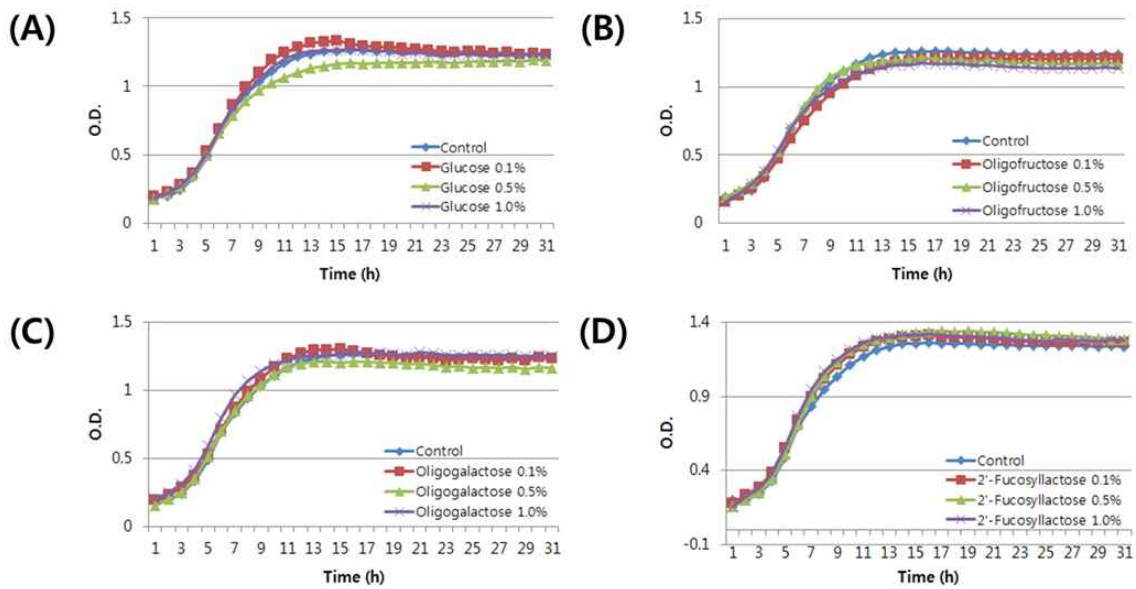


그림 60. 올리고당 첨가 농도별 BB12 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

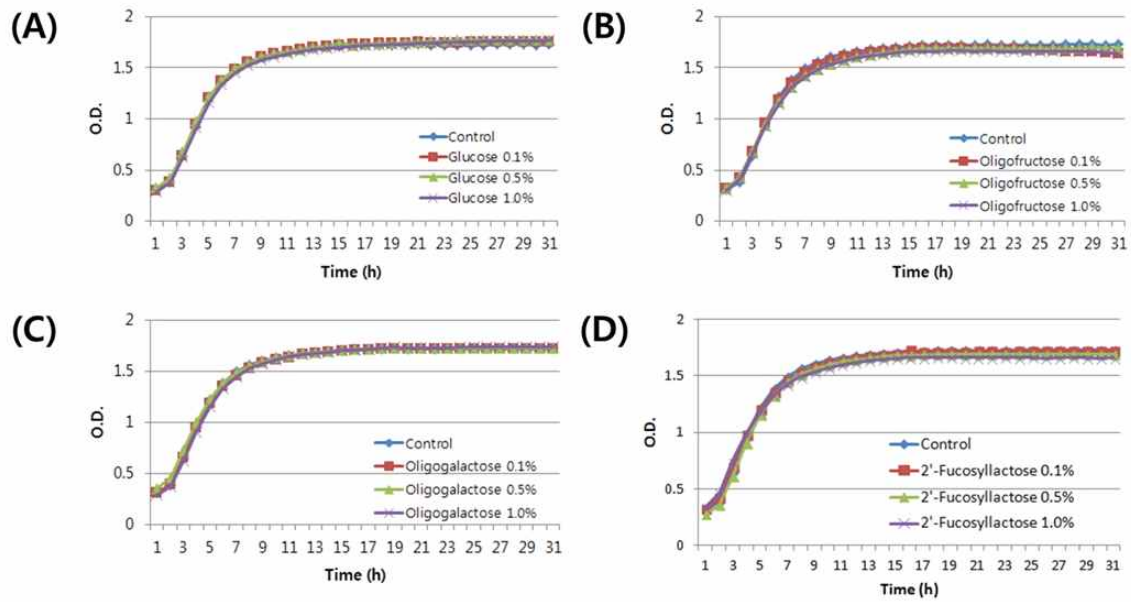


그림 61. 올리고당 첨가 농도별 LGG 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

○ 위 결과는 올리고당이 유산균 2종의 생육에 결정적으로 이용되지 않았다는 것을 의미하며, MRS broth에 함유되어있는 2%의 dextrose(D-glucose)에 의한 것이라 사료됨. 따라서, 보다 정밀하게 탄수화물원을 조절하기 위해 Glucose-free MRS broth에 각각의 탄수화물원을 0.1, 0.5, 1.0%의 농도로 첨가하여 각각의 배지를 제조한 후, 6종의 유산균을 대상으로 실험을 반복 하였다.

나. BB12의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ BB12의 경우 Glucose, Oligofructose, 그리고 Oligogalactose에 대하여 농도 의존적으로 생육이 증가하는 경향을 보였으나, 2'-fucosyllactose를 첨가했을 때에는 농도 의존적인 경향을 보이지 않았다(그림 62).

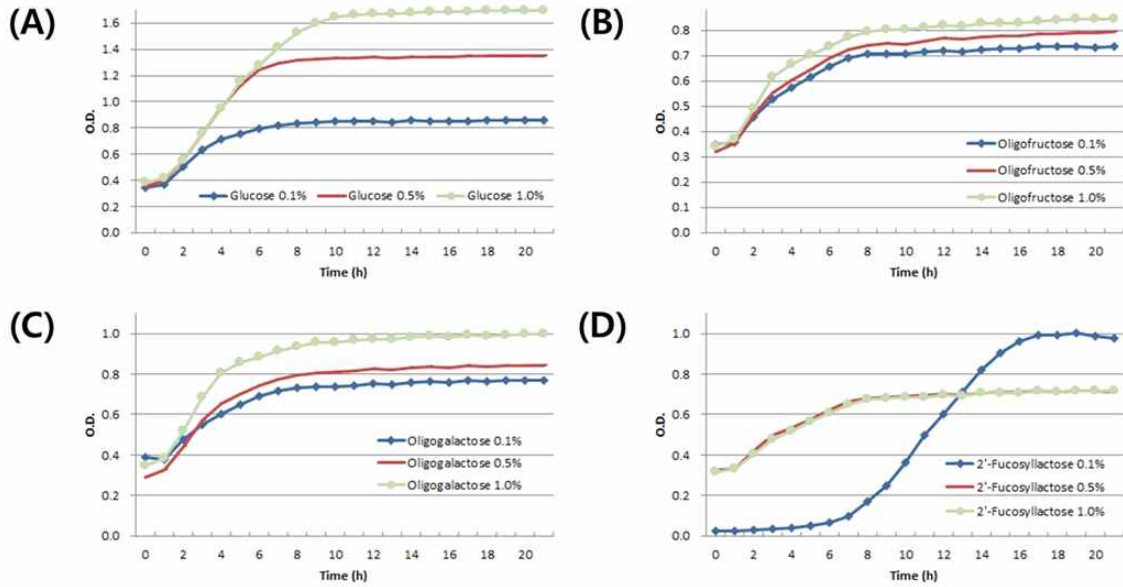


그림 62. 올리고당 대체 농도별 BB12 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

○ 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, *Bifidobacterium animalis* BB12는 생육에 있어 Glucose를 가장 선호하며, Oligogalactose, Oligofructose, 2'-fucosyllactose 순으로 잘 이용하는 것으로 보인다(그림 63).

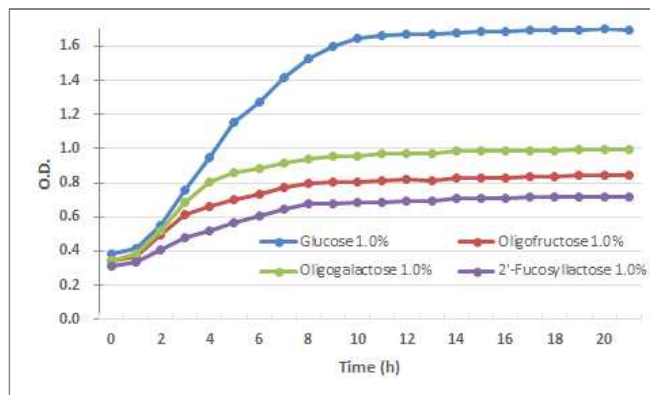


그림 63. 탄수화물원 4종별 BB12 생육곡선.

다. BI07의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ BI07의 경우 Glucose, Oligofructose, Oligogalactose, 2'-fucosyllactose에 대하여 균주배양액 접종 후 30시간까지 농도 의존적인 경향을 보이며, Oligofructose는 0.5% 이상 첨가된 그룹에서, Oligogalactose 및 2'-fucosyllactose는 1.0% 이상 첨가된 그룹에서 생육곡선의 패턴에 작은 차이를 나타냈다(그림 64).

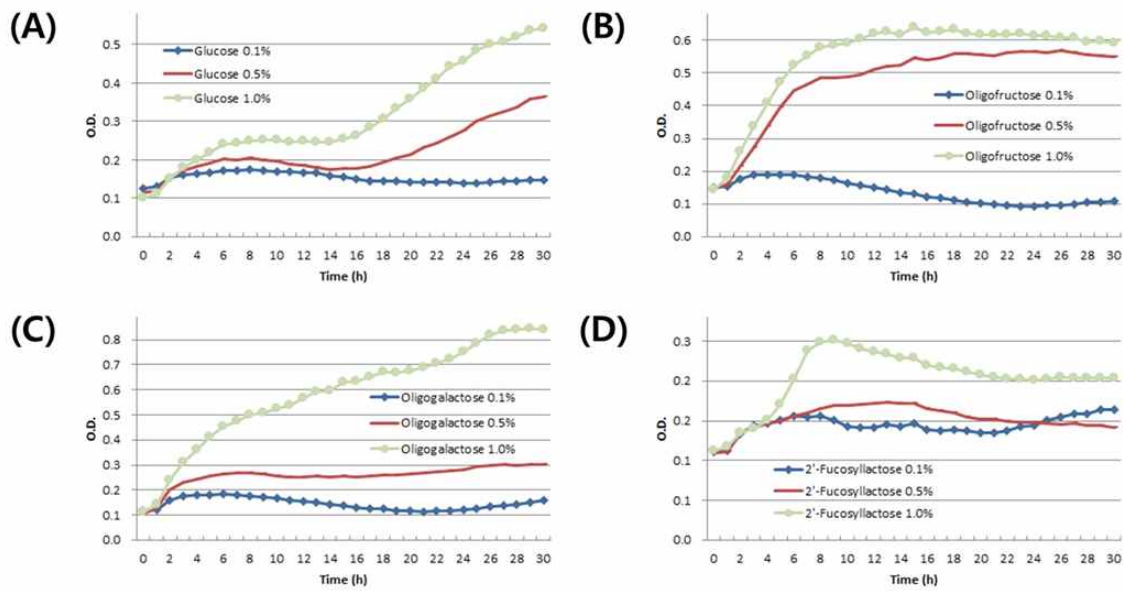


그림 64. 올리고당 대체 농도별 BI07 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

- 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, BI07은 생육에 있어 접종 후 30시간까지는 Glucose보다 올리고당을 더 선호하는 것으로 보이며, Oligogalactose, Oligofructose, Glucose, 그리고 2'-fucosyllactose 순으로 생육이 증가하였다(그림 65).

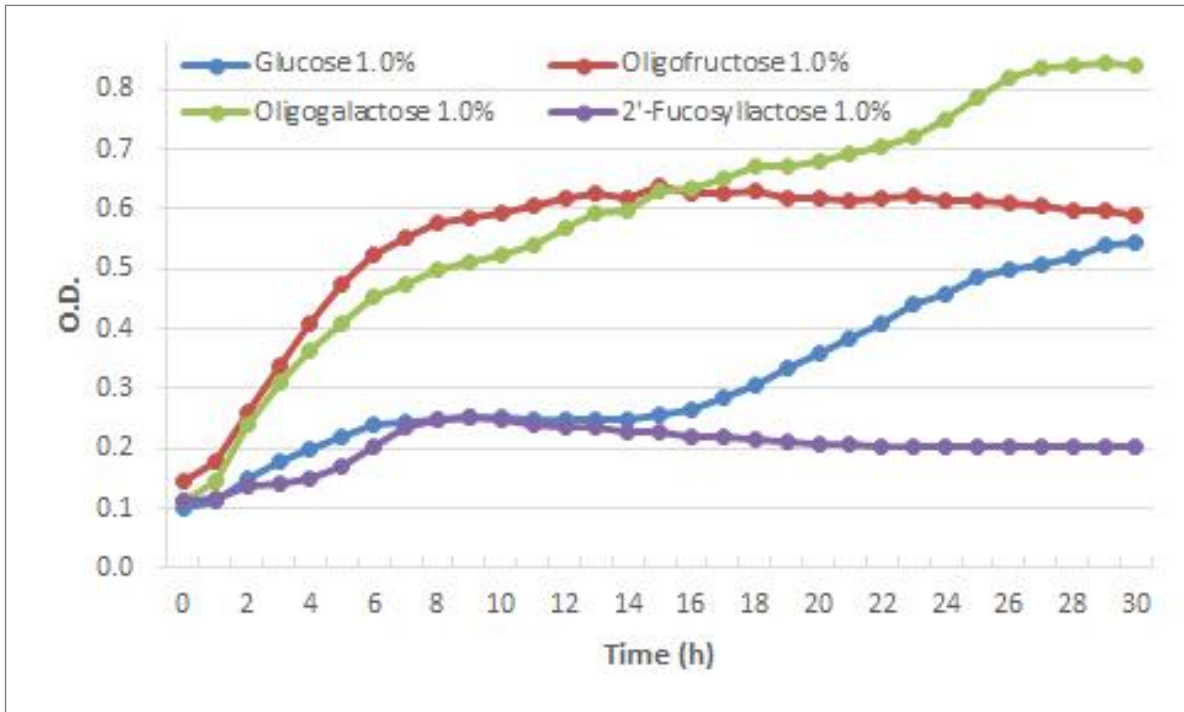


그림 65. 탄수화물원 4종별 BI07 생육곡선.

라. HN019의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ HN019의 경우 Glucose, Oligofructose, Oligogalactose에 대하여 기질의 농도 0.5%와 1.0% 간의 흡광도 차이가 크지 않으며, 2'-Fucosyllactose의 경우는 0.1, 0.5, 1.0% 모든 농도구간 사이의 생육곡선이 차이를 보이지 않았다(그림 66).

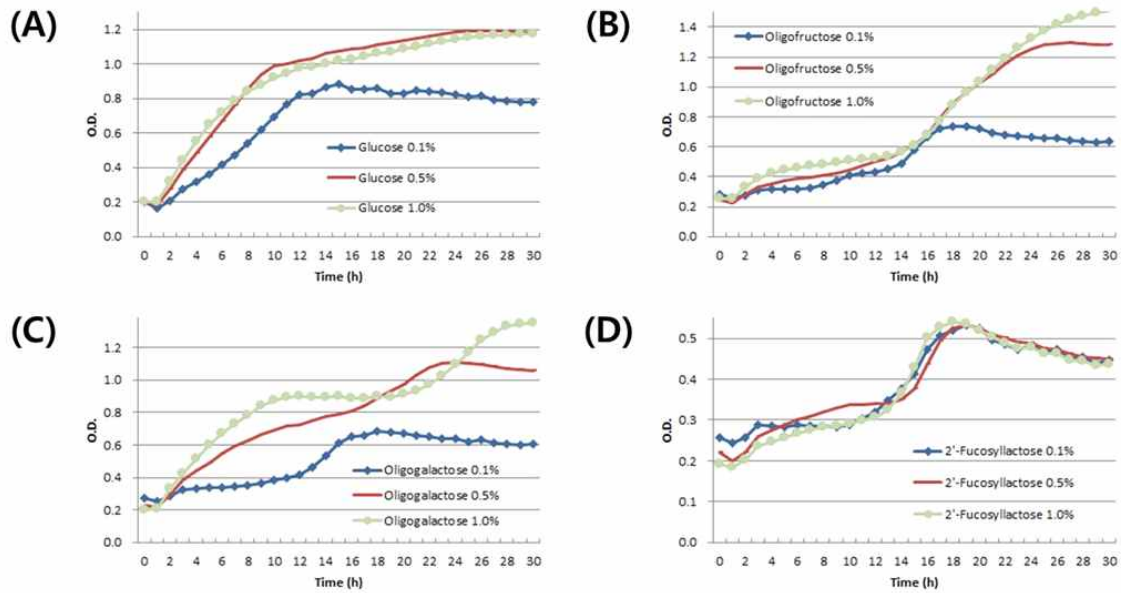


그림 66, 올리고당 대체 농도별 HN019 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

- 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, HN019의 경우 Oligofructose 그룹은 약 20시간 이후, Oligogalactose 그룹은 약 24시간 이후 Glucose 그룹보다 생육도가 더 증가하는 것을 확인하였으나, 2'-fucosyllactose의 경우는 다른 그룹에 비해 생육도가 높지 않았다(그림 67).

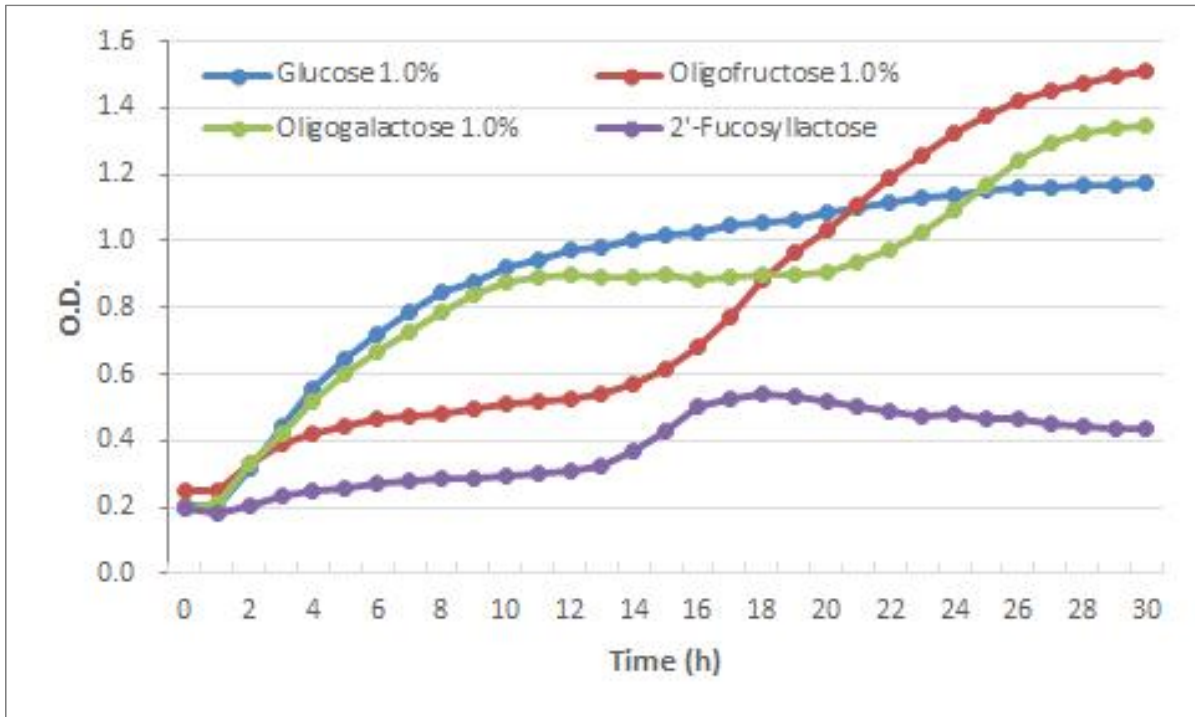


그림 67. 탄수화물원 4종별 HN019 생육곡선.

마. LGG의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ LGG의 경우 Glucose, Oligofructose, Oligogalactose 그룹에서 농도 의존적인 경향을 보였고 Glucose와 Oligogalactose 그룹에서 뚜렷하였으며, 2'-fucosyllactose 그룹에서는 농도별로 차이를 보이지 않았다(그림 68).

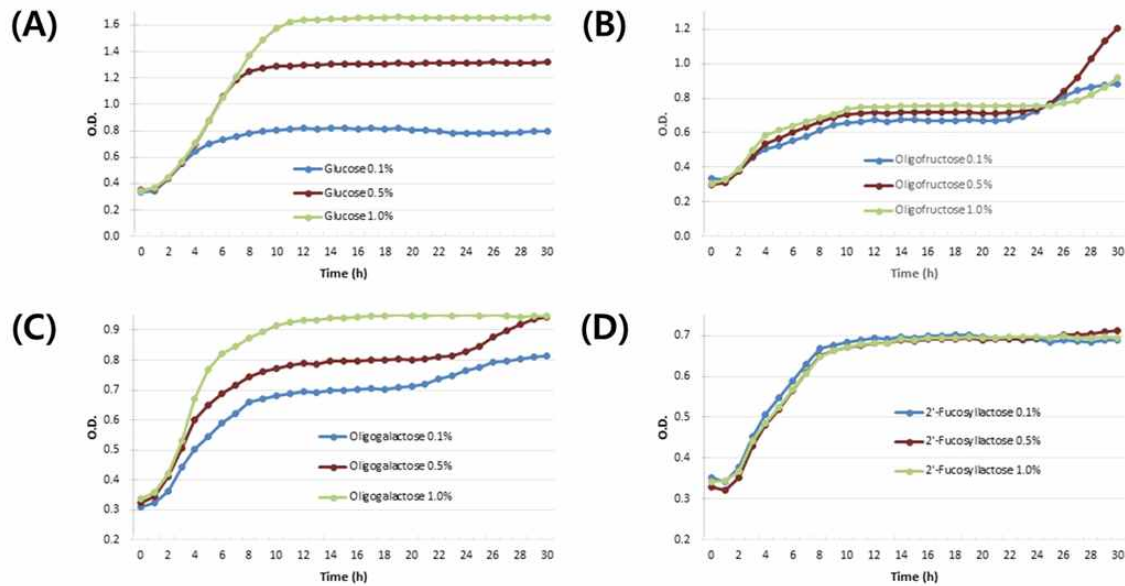


그림 68.. 올리고당 대체 농도별 LGG 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

○ 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, LGG의 경우 Glucose 그룹에서의 생육도가 가장 높았고, 다른 올리고당 그룹에서는 크게 증가하지 않았다(그림 69).

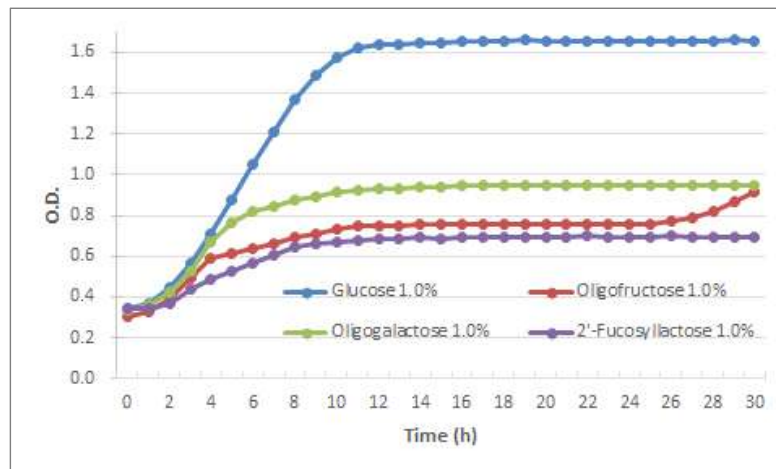


그림 69. 탄수화물원 4종별 LGG 생육곡선.

바. HN001의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ HN001 경우 Glucose, Oligogalactose 그룹에서 기질의 농도 의존적인 생육도를 보였고, 2'-fucosyllactose는 농도 간 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 전반적인 생육도도 낮은 것으로 미루어 2'-fucosyllactose가 생육에 크게 기여하지 않은 것으로 사료된다. Oligofructose 그룹은 농도 의존적인 경향을 보이지 않았고, 그룹간의 차이도 크지 않았다(그림 70).

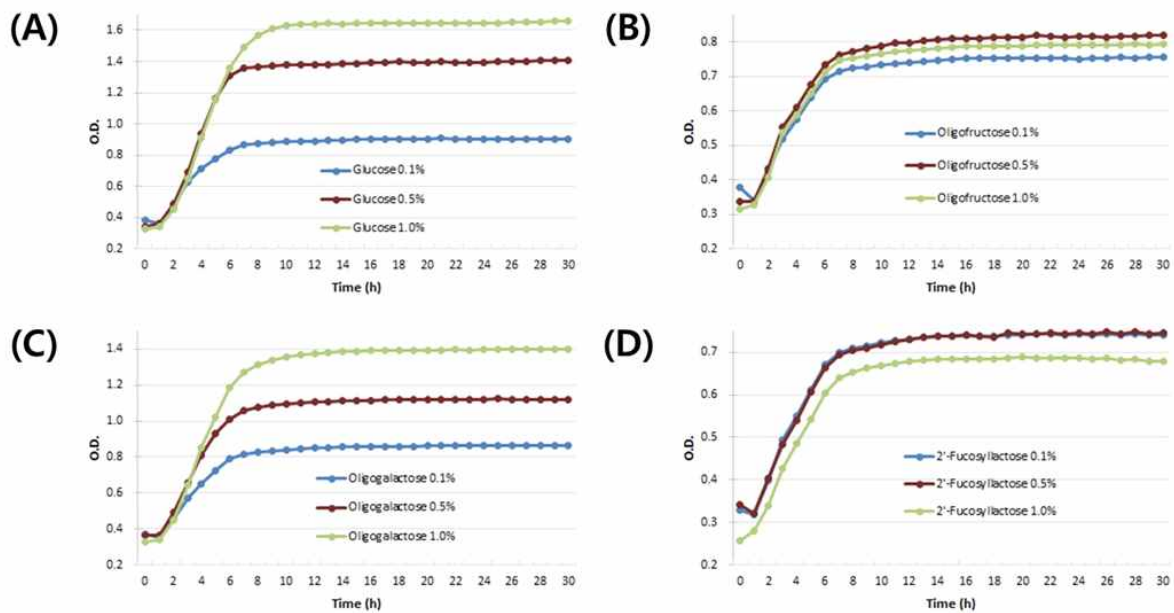


그림 70. 올리고당 대체 농도별 HN001 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

- 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, HN001의 경우 Glucose 그룹에서의 생육도가 가장 높았고, Oligogalactose 그룹이 그 다음으로 높았으며, Oligofructose 및 2'-Fucosyllactose 그룹은 상대적으로 낮은 생육도를 보였다(그림 71).

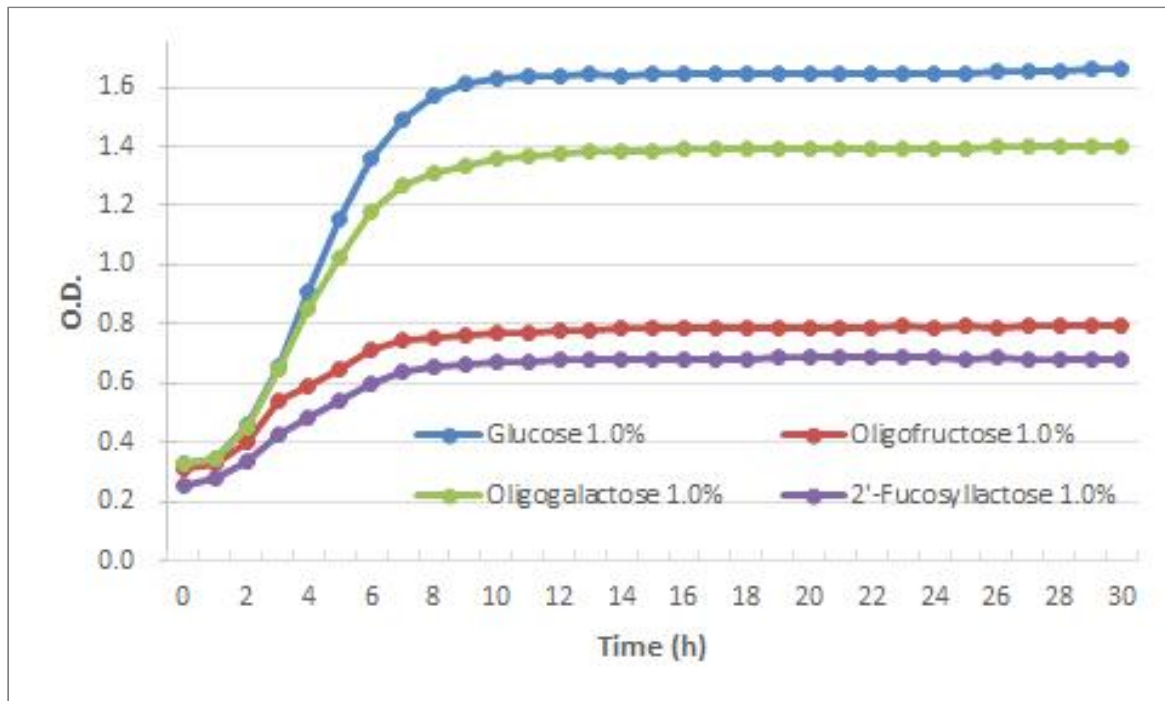


그림 71. 탄수화물원 4종별 HN001 생육곡선.

사. NCFM의 올리고당 농도별 생육도 확인

○ NCFM의 경우 Glucose, Oligofructose, Oligogalactose, 그리고 2'-Fucosyllactose 모든 그룹에서 생육도가 농도 의존적인 경향을 보였다. 다만 2'-fucosyllactose 그룹은 농도별로 그 차이가 뚜렷하지 않았다(그림 72).

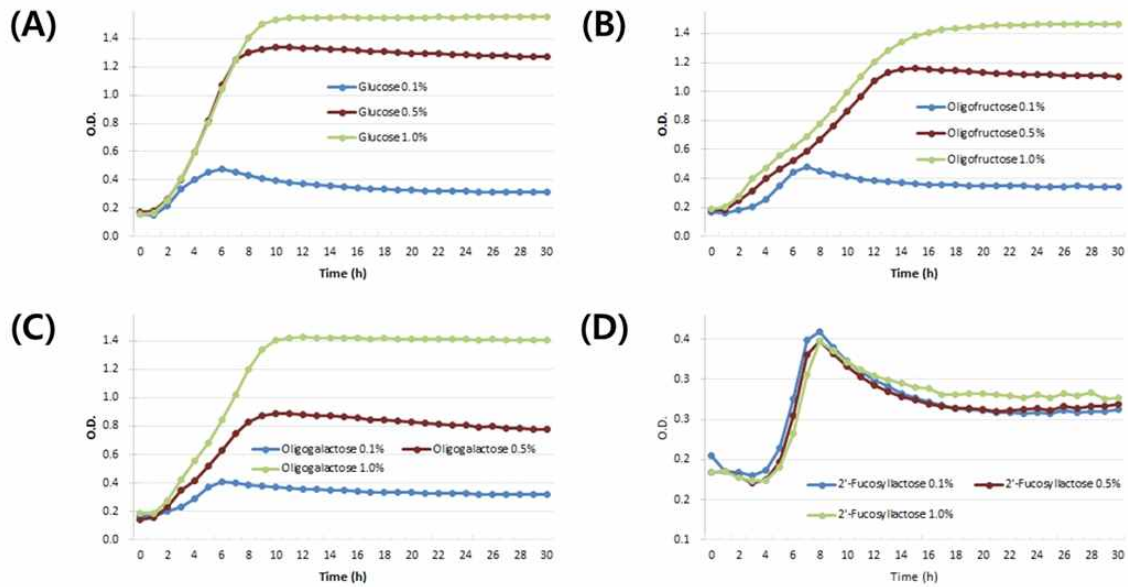


그림 72. 올리고당 대체 농도별 NCFM 생육곡선.

(A) Glucose, (B) Oligofructose, (C) Oligogalactose, (D) 2'-Fucosyllactose

○ 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, NCFM의 경우 Oligogalactose 그룹의 생육곡선이 Glucose 그룹과 큰 차이를 보이지 않고 유사한 경향을 나타냈으나, Oligofructose는 정지기에 이르는 시간이 다른 올리고당에 비하여 오래 걸리는 것으로 나타났으며 2'-Fucosyllactose는 생육도의 증가에 거의 기여하지 못한 것으로 나타났다.

- 탄수화물원의 농도를 1% 기준으로 비교하였을 때, NCFM의 경우 Oligoglactose 그룹의 생육곡선이 Glucose 그룹과 큰 차이를 보이지 않고 유사한 경향을 나타냈으나, Oligofructose는 정지기에 이르는 시간이 다른 올리고당에 비하여 오래 걸리는 것으로 나타났으며 2'-Fucosyllactose는 생육도의 증가에 거의 기여하지 못한 것으로 나타났다(그림 73).

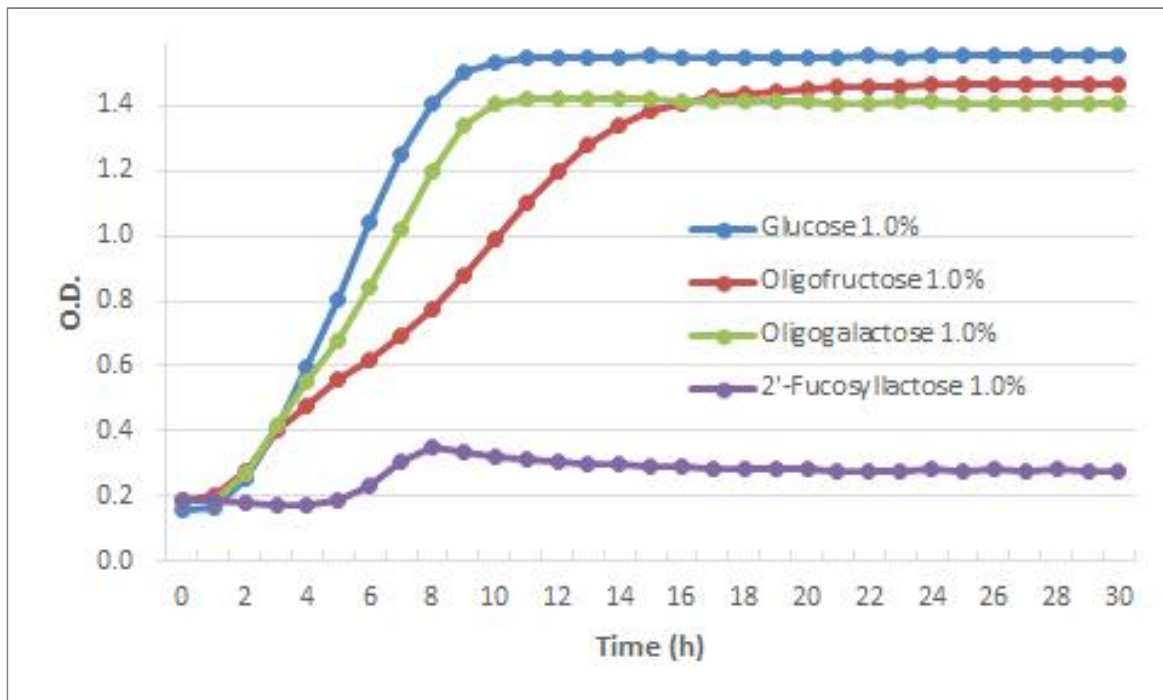


그림 73. 탄수화물원 4종별 NCFM 생육곡선.

아. 탄수화물원 활용 순위

○ 유산균 6종의 당기질 이용 우선순위는 아래의 표와 같으며, 전반적으로 Glucose, Oligogalactose, Oligofructose, 2'-fucosyllactose 순으로 균주의 생육에 탄수화물원으로서 활용되나 BI07과 HN019의 경우 glucose 보다 oligosaccharides를 더 선호하는 특이적인 결과를 보여 본 균주들의 생육을 촉진시킬 수 있는 Prebiotic 인자로 활용될 수 있음을 시사한다(표 68).

표 72. 탄수화물원 이용 순위

Strain	Glucose (Control)	Oligofructose	Oligogalactose	2'-fucosyllactose
<i>Bifidobacterium lactis</i> BB12	◎	△	○	-
<i>Bifidobacterium lactis</i> BI07	△	○	◎	-
<i>Bifidobacterium lactis</i> HN019	△	◎	○	-
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	◎	△	○	-
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> HN001	◎	△	○	-
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM	◎	○	△	-

* 이용 순위: ◎ > ○ > △ > -

○ 유산균 6종 중 4종(BB12, LGG, HN001, NCFM)은 생육에 탄수화물원으로서 Glucose를 가장 우선적으로 이용하는 것으로 보이며, 2종의 유산균 (BI07, HN019)은 Glucose보다 올리고당을 탄소원으로 보다 선호하는 경향을 나타냈다. 또한 첨가하는 농도에 따라 생육곡선 간의 차이가 뚜렷하게 나타나는 올리고당을 선택하는 것이 유산균 조성물 개발 시 품질 표준화에 용이할 것으로 판단된다.

6.1.2. 올리고당 배합비의 최적화를 위한 유산균의 공배양 생육특성

○ 탄수화물원을 조절함으로써 유산균 6종의 생육특성의 변화를 확인한 실험결과를 바탕으로 유산균 조성물 개발을 위한 유산균 조합 및 올리고당 배합비의 최적화 실험을 진행하였으며, 실험의 설계조건은 다음 표 73와 같다.

표 73. 유산균 조합 및 올리고당 배합비 조건

Lactic acid bacteria combination	Sugar (conc. 1% w/v)
A <i>B. lactis</i> HN019 <i>L. rhamnosus</i> HN001	A-1 Glucose 100 (Control)
	A-2 Oligogalactose : Oligofructose 0:100
	A-3 Oligogalactose : Oligofructose 25:75
	A-4 Oligogalactose : Oligofructose 50:50
	A-5 Oligogalactose : Oligofructose 75:25
	A-6 Oligogalactose : Oligofructose 100:0
B <i>B. lactis</i> BB12 <i>L. rhamnosus</i> GG	B-1 Glucose 100 (Control)
	B-2 Oligogalactose : Oligofructose 0:100
	B-3 Oligogalactose : Oligofructose 25:75
	B-4 Oligogalactose : Oligofructose 50:50
	B-5 Oligogalactose : Oligofructose 75:25
	B-6 Oligogalactose : Oligofructose 100:0
C <i>B. lactis</i> BI07 <i>L. acidophilus</i> NCFM	C-1 Glucose 100 (Control)
	C-2 Oligogalactose : Oligofructose 0:100
	C-3 Oligogalactose : Oligofructose 25:75
	C-4 Oligogalactose : Oligofructose 50:50
	C-5 Oligogalactose : Oligofructose 75:25
	C-6 Oligogalactose : Oligofructose 100:0
D <i>B. lactis</i> BB12 <i>B. lactis</i> BI07 <i>L. rhamnosus</i> GG <i>L. acidophilus</i> NCFM	D-1 Glucose 100 (Control)
	D-2 Oligogalactose : Oligofructose 0:100
	D-3 Oligogalactose : Oligofructose 25:75
	D-4 Oligogalactose : Oligofructose 50:50
	D-5 Oligogalactose : Oligofructose 75:25
	D-6 Oligogalactose : Oligofructose 100:0

- 선별된 유산균 6종은 HN019, BB12, BI07, HN001, LGG, NCFM 으로 Bifidobacterium 속과 Lactobacillus 속에서 각각 3종씩 선별하였으며, 올리고당은 유산균의 생육에 효과적으로 이용되었던 Oligofructose와 Oligogalactose 2종을 선택하여 5가지 비율로 그룹을 나누었다. 단, 첨가하는 올리고당의 총량은 모든 그룹에서 배지의 1% 수준으로 적용하였다.
- Glucose-free MRS broth에 5가지의 배합비율로 설계된 올리고당을 첨가한 뒤 공배양할 유산균을 동량 접종하여 38°C 혐기조건에서 배양하면서 시간대별로 흡광도를 측정하여 생육곡선을 비교하였다.
- HN019와 HN001을 공배양하였을 때, Glucose 그룹에서 가장 높은 생육도를 보였으며, Oligogalactose의 비율이 높을수록 생육도가 높게 나타났다(그림 74).

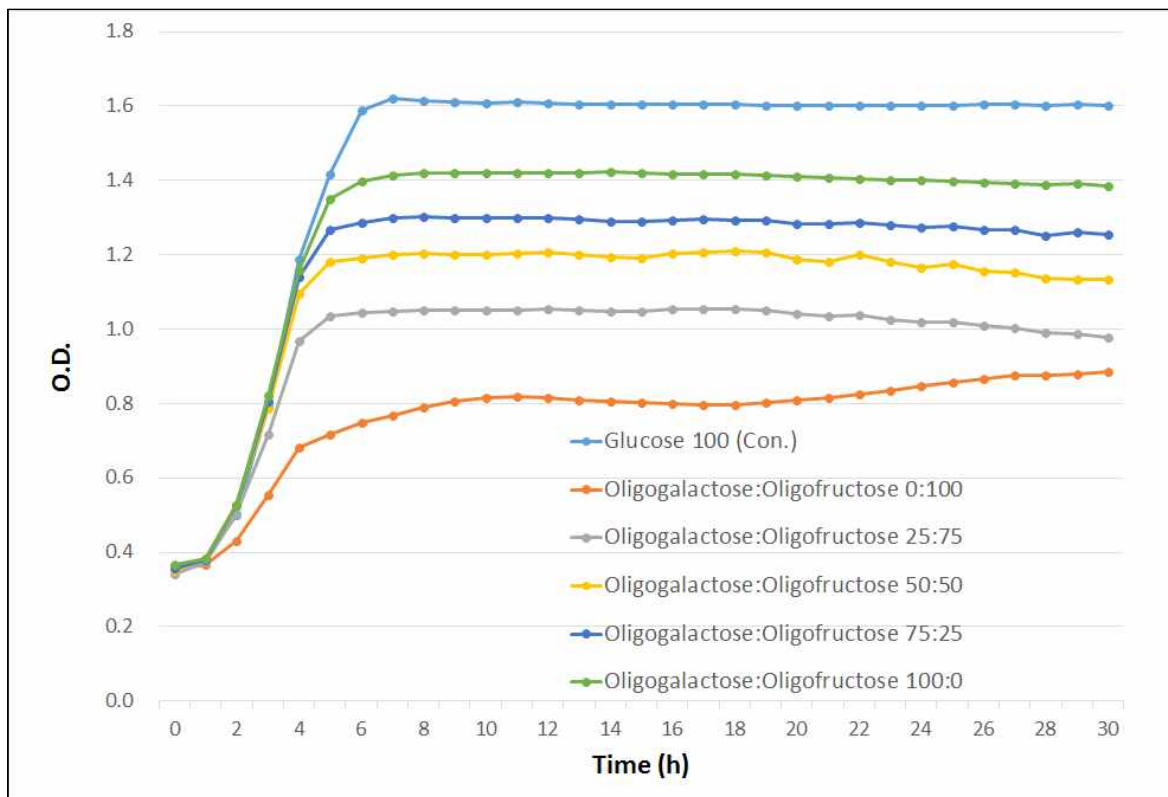


그림 74. HN019 및 HN001 공배양 생육곡선.

○ BB12 와 LGG를 공배양하였을 때, Glucose 그룹에서 가장 높은 생육도를 보였고, Oligogalactose의 비율이 높을수록 생육도가 높게 나타났다(그림 75).

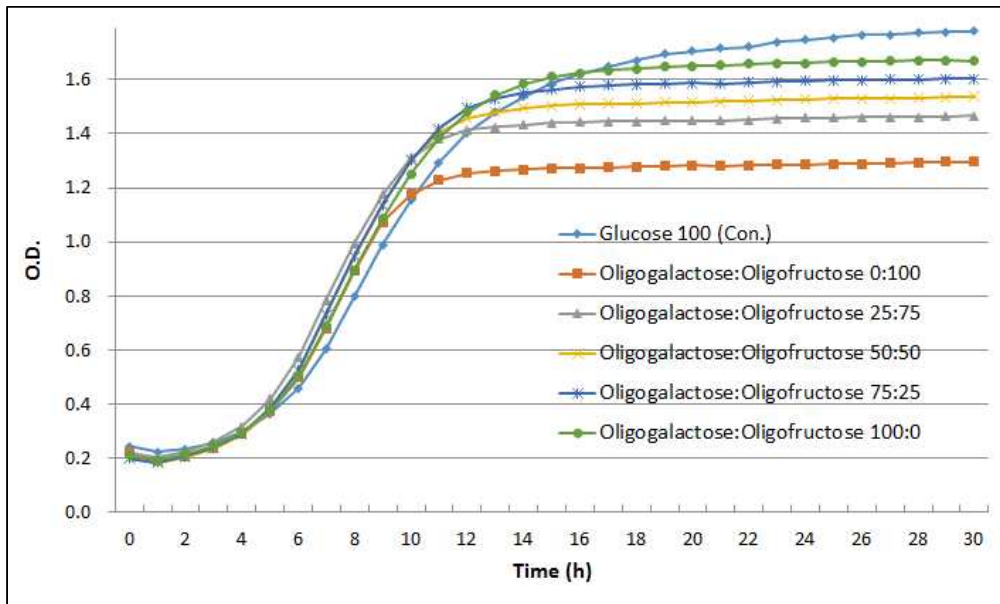


그림 75. BB12 및 LGG 공배양 생육곡선.

○ BI07과 NCFM를 공배양 하였을 때, Oligogalactose와 Oligofructose의 배합비에 따른 뚜렷한 경향을 나타내 보이지 않았으며, 그룹별 생육도 차이가 크지 않았다(그림 76).

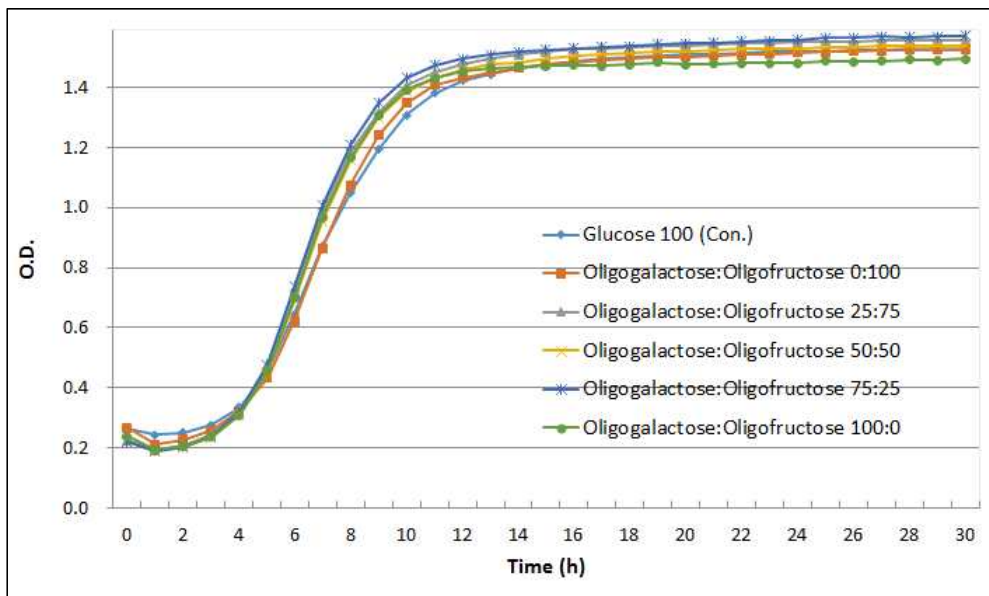


그림 76. BI07 및 NCFM 공배양 생육곡선.

○ BB12, BI07, LGG, NCFM의 유산균 4종을 공배양하였을 때, 올리고당의 배합비율에 따라 생육도의 차이를 보이거나, 특정 올리고당에 대하여 선호하는 경향을 보이지 않았고, 다만 Oligogalactose와 Oligofructose가 50:50으로 첨가된 그룹이 Glucose 다음으로 가장 높은 생육도를 보였다(그림 77).

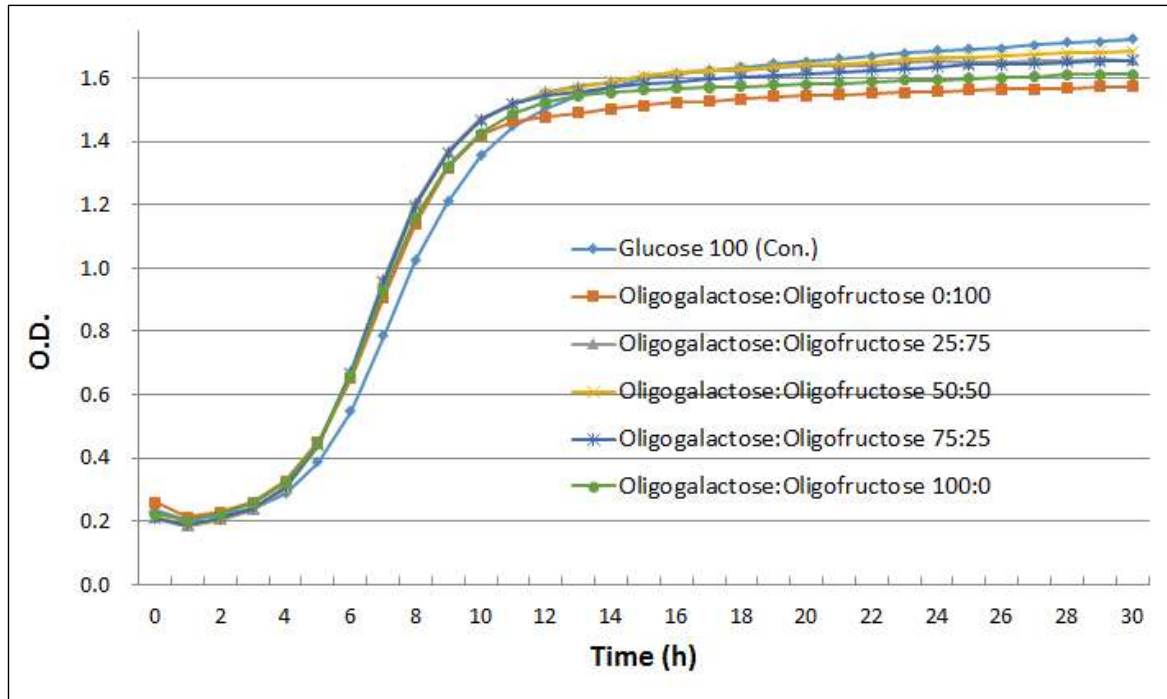


그림 77. BB12, BI07, LGG, NCFM 공배양 생육곡선.

○ 유산균 조합별 배합 올리고당 이용 우선순위는 아래 표 70과 같다.

표 74. 유산균 조합별 배합 올리고당 이용 순위

Sugar Conc. 1% w/v	<i>B. lactis</i> HN019 <i>L. rhamnosus</i> HN001	<i>B. lactis</i> BB12 <i>L. rhamnosus</i> GG	<i>B. lactis</i> BI07 <i>L. acidophilus</i> NCFM	<i>B. lactis</i> BB12 <i>B. lactis</i> BI07 <i>L. rhamnosus</i> GG <i>L. acidophilus</i> NCFM
Glucose 100 (Control)	1	1	1	1
*GOS:FOS 0:100	6	6	5	6
GOS:FOS 25:75	5	5	3	4
GOS:FOS 50:50	4	4	4	2
GOS:FOS 75:25	3	3	2	3
GOS:FOS 100:0	2	2	6	5

*GOS; Oligogalactose, FOS; Oligofructose

○ HN019와 HN001 조합과 BB12와 LGG 조합의 경우 글루코스 그룹에서 가장 높은 생육을 보였으며, Oligogalactose 농도 의존적인 생육도를 보였다. BI07과 NCFM 조합 및 4가지 유산균 모두를 조합한 그룹에서는 올리고당 배합비에 따른 특정한 경향을 보이지는 않았다. 이는 사전실험을 통해 확인 하였듯이 BB12와 LGG 조합은 두 유산균 모두 동일한 올리고당에 대한 선호도를 가졌기 때문에 해당하는 특정 올리고당에 농도 의존적인 생육곡선을 보인 것으로 사료되며, 다른 그룹들의 경우 조합별로 선호하는 올리고당에 차이가 있기 때문에 생육도에 특정한 경향을 보이지 않는 것으로 사료된다. HN019와 HN001혼합 균주의 생육패턴의 경우 HN001의 생육도와 유사한 양상을 보이며, 두 균주의 공 배양시 HN001의 생육이 더욱 우세한 것이라 사료된다.

○ 본 실험의 결과를 통해 유산균 조성물 개발 시, 유산균의 올리고당 선호도는 우선적으로 고려해야 할 조건으로 판단되나, 균주 조합의 기준을 생육도에만 둘 수는 없기 때문에 이후 실험에서는 두 균주의 올리고당에 대한 각각의 선호도를 고려한 GOS, FOS 5:5 비율을 선택하여 비교하고자 하였다.

6.2. 균주 선별 및 장관생존 적합성 확인

6.2.1. 장내유사환경에서의 유산균과 대장균의 공배양을 통한 생존율 확인

- 일반적으로 *E. coli*는 유산균과 함께 인간의 장내에 존재하며 건강에 유해하지 않은 비병원성 균이지만, 면역상태에 따라 질병을 일으킬 수 있는 가능성이 있다. 또한 건강한 일반인의 장내 균총에는 유산균의 비율이 높은 반면, 질병을 앓는 환자나 노인의 장내 균총에는 대장균 및 유해균의 비율이 높아지는 현상을 보인다.
- 영·유아는 면역력이 형성되지 않았기 때문에 장관건강 및 면역력 향상을 위해서는 장내 균총에 유산균의 비율을 높이는 것이 매우 중요하다. 특히 모유가 아닌 조제식을 섭취하는 영·유아는 모유로부터 공급받는 면역인자나 모유올리고당의 섭취에 제한이 있으므로 조제분유에 유산균을 보충하여 영·유아의 장내 균총 개선에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.
- 조제분유에 첨가되는 유산균은 섭취 후 장내유사환경에서 생존하는 것이 일차적인 기능성을 부여하기 위한 중요한 조건이 될 것이므로 유산균과 *E. coli*를 장내 환경과 유사한 조건을 가진 배지에서 함께 배양하여 각 균주의 생존율을 비교, 확인하고자 하였다.
- 모유를 섭취한 영아의 변으로부터 검출되고, 영아의 건강을 확인하는 지표로서 확인하는 균주인 *Bifidobacterium*속인 BB12, BI07, HN019 3종과 *Lactobacillus* 속인 LGG, HN001 2종, 총 5종에 대하여 개별, 균주 조합별로 그룹화하여 *E. coli* (KCTC1039)와 공배양하고, 동시에 모유올리고당인 2'-fucosyllactose 유무에 따라 생존율에 차이가 있는지 확인하는 실험을 진행하였다. 실험군의 설계는 아래 표 71과 같다.

표 75. 공배양 실험군 설계

Bacteria combination	
2'-Fucosyllactose (-)	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> GG
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12 + <i>L. rhamnosus</i> GG
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BI-07
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> HN019
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12 + <i>B. lactis</i> BI-07 + <i>B. lactis</i> HN019
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> HN001
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> HN001 + <i>B. lactis</i> HN019
2'-Fucosyllactose (+)	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> GG
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12 + <i>L. rhamnosus</i> GG
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BI-07
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> HN019
	<i>E. coli</i> + <i>B. lactis</i> BB-12 + <i>B. lactis</i> BI-07 + <i>B. lactis</i> HN019
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> HN001
	<i>E. coli</i> + <i>L. rhamnosus</i> HN001 + <i>B. lactis</i> HN019

○ 본 실험에서 올리고당 이용여부를 명확히 파악하기 위해 장내유사환경배지 (SCEM; Simulated colonic environment medium)에서 탄수화물원인 Glucose 대신에 Oligogalactose 와 Oligofructose를 1:1로 혼합하여 배지의 1%농도로 첨가하였다. 배지의 조성은 아래 표 72와 같다.

표 76. 탄수화물원이 변경된 장내유사환경배지의 조성

Component	Content (g/L)
Bacto tryptone	6.25
Oligogalactose + Oligofructose	10
NaCl	0.88
KH ₂ PO ₄	0.43
NaHCO ₃	1.7
KHCO ₃	2.7
Bile salts	4.0

- 각 유산균은 MRS broth에, 대장균은 Nutrition broth에 배양하였으며 생균수를 측정하여 공배양시 동량 접종하였다. 균주 접종 시 각 균주의 배지 및 대사산물 등을 제거하기 위하여 원심분리 후 PBS buffer로 2회 washing 하였다. modified SCEM 배지에 공배양 할 균주를 접종하여 37°C 혐기조건에서 24시간 동안 배양 후 3가지 종류의 평판배지에 도말하여 균체의 집락을 확인하였다.
- 평판배지는 Nutrient, MRS-BCP, EMB 3가지를 준비하였다. Nutrient에서는 모든 균의 집락이 형성되고, MRS-BCP에서는 Bromo cresol purple 시약을 통해 유산균을, EMB에서는 Eosin ethylene blue 시약을 통해 대장균을 선택적으로 확인할 수 있었다.
- 유산균과 대장균을 공배양한 배양액을 3종의 평판배지에 도말하였을 때, 모든 배지에 집락이 형성되었으나, 유산균을 선택적으로 판별할 수 있는 MRS-BCP 배지에서는 충분한 수의 콜로니가 형성되지 않았다.

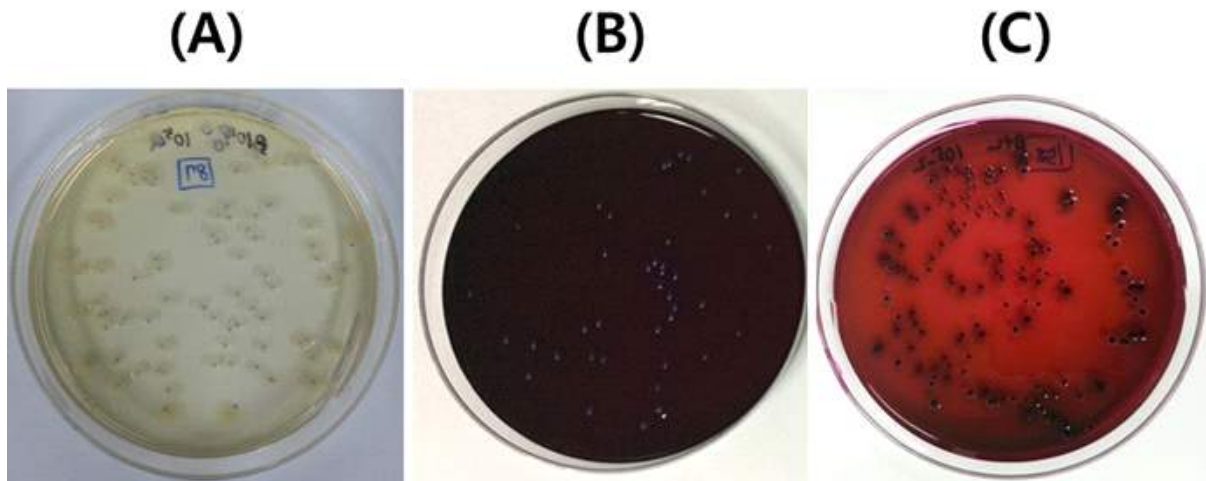


그림 78. 공배양 후 평판배지 도말 결과.

(A) Nutrient, (B) MRS-BCP, (C) EMB

- Nutrient 배지에서 형성된 집락을 통한 생균수 측정결과, HN019 그룹과 HN019, HN001 조합, 그리고 유산균 3종(BB12, BI07, HN019) 그룹을 제외하고 2'-fucosyllactose의 유무에 따라 집락형성에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 다만 특이한 점은 BI07 그룹과 HN019 그룹에서는 2'-fucosyllactose가 없는 조건에서 생균수가 높은 경향을 보였다.
- EMB 배지에서 형성된 집락을 통해 생균수 측정결과, BB12 그룹과 HN019 그룹 그리고 HN019, HN001 조합 그룹을 제외하고 2'-fucosyllactose의 유무에 따라 E. coli의 집락형성에 있어 유의적인 차이를 보이지 않다. 마찬가지로 BI07과 HN019 그룹에서는 2'-fucosyllactose가 없는 조건에서 생균수가 높은 경향을 보였으며, HN019, HN001 조합의 경우 반대로 2'-fucosyllactose가 있는 조건에서 생균수가 높았다(그림 79).

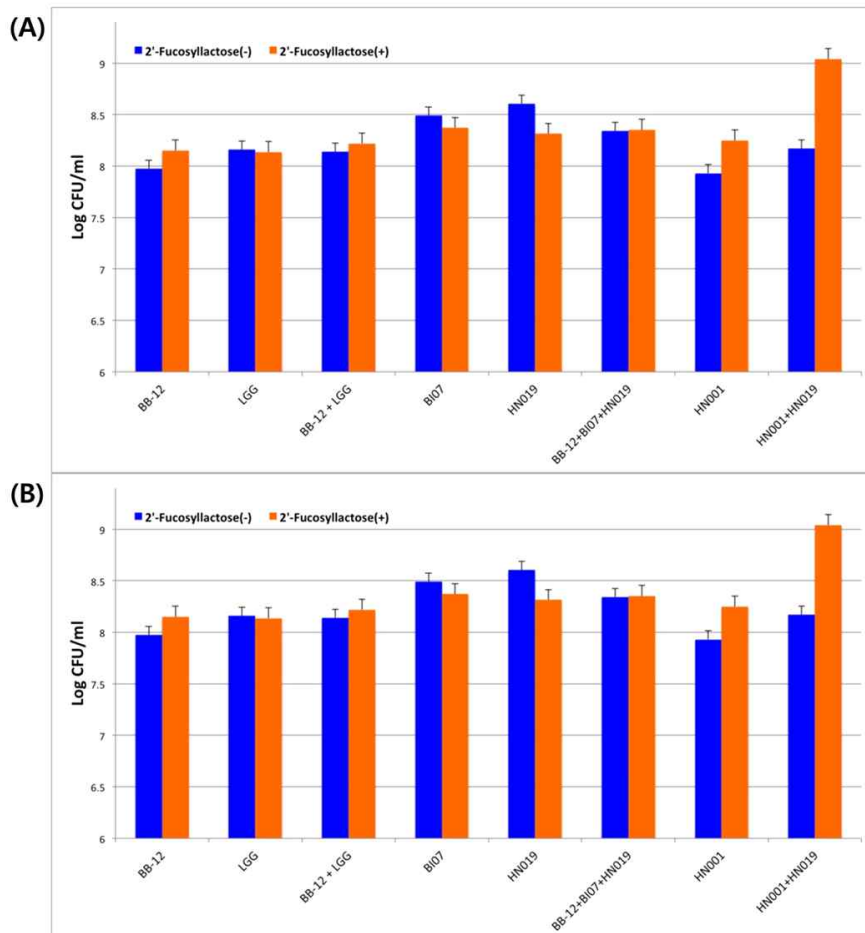


그림 79. 공배양 후 평판배지 도말 결과.

(A) Nutrient, (B) EMB

- 실험결과 MRS-BCP의 경우 유산균 대부분이 사멸하였을 것으로 판단되는데, 이는 SCEM 배지 조성에 유산균의 생육에 필수적인 영양원이 존재하지 않으며 첨가된 Bile salt 의 농도가 대상 유산균이 생존하기에 가혹한 조건이기 때문이라 사료된다.

6.2.2. 2'-Fucosyllactose에 의한 병원성 대장균 *E. coli* O157:H7의 생육특성

- *E. coli* O157:H7 은 병원성 대장균으로 출혈성 대장염, 용혈성요독증후군, 혈전성혈소판감소증 등의 유발 원인이 되는 것으로 알려져 있다. *E. coli* O157:H7의 감염은 모든 연령에서 발생할 수 있으나 면역력이 약한 영·유아나 노인에게 특히 심각한 증상과 합병증을 유발할 수 있기 때문에 감염 시 매우 위험하다.
- 모유에 들어있는 모유올리고당 성분이 영·유아의 장내 유산균을 증식시키고 대장균의 비율을 감소시키는 역할을 하는 점에 착안하여, 본 실험에서는 2'-fucosyllactose가 병원성 대장균 생육저해 효과가 있는지 확인함으로써 조제분유에 첨가할 유산균 조성물 개발에의 활용 가능성을 판단해보고자 하였다.
- 2'-fucosyllactose를 각 1, 3, 5% 농도별로 첨가한 Nutrient broth 배지에 *E. coli* O157:H7을 접종한 후 38°C 배양하면서 시간대별로 600 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 생육곡선을 확인하였다.
- *E. coli* O157:H7의 생육도와 농도별 2'-fucosyllactose 간의 상관관계가 보이지 않았다(그림 80.). 따라서 2'-fucosyllactose 단독으로 병원성 대장균의 생육특성에 미치는 영향은 없는 것으로 보이며, 유산균 조성물의 개발 완료시 그 효과를 확인하는 실험이 추가 수행될 수 있다.

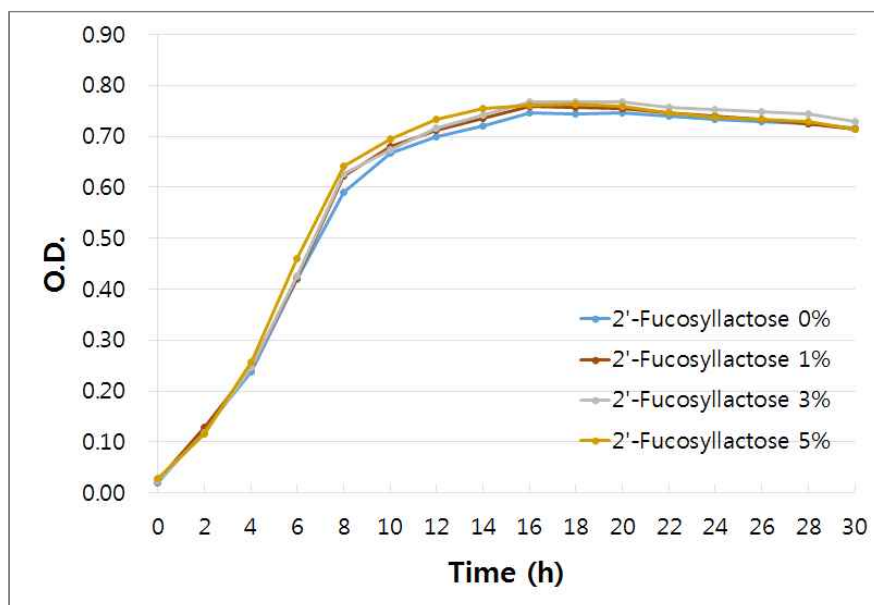


그림 80. *E. coli* O157:H7 생육에 대한 2'-Fucosyllactose의 영향.

6.2.3. Probiotics의 안정성 검증에 관련된 기존 연구 조사

- 유산균을 기능성 소재로 사용하기 위해서는 기능성뿐만 아니라 안정성이 확보되어야 하므로, 중국의 식품법규에서 조제분유에 첨가하는 것을 허용하고 있는 유산균 6종에 대하여 이루어진 선행 연구들 중, 균주의 안정성에 관련된 연구를 조사하였다.

- 문헌조사 결과 유산균 6종의 안정성에 대한 연구는 꾸준히 진행되고 있으며, 캡슐화에 따른 안정성 검증도 이루어지고 있음을 확인하였다(표 73).

표 77. Probiotics의 안정성에 관한 기존 연구

Title	Contents	Journal	Year
<i>Bifidobacterium</i> Bb-12 microencapsulated by spray drying with whey: Survival under simulated gastrointestinal conditions, tolerance to NaCl, and viability during storage	캡슐화한 Bb-12의 내산성, 내담즙성, 내염성 확인	Journal of Food Engineering	2012
Effect of dairy probiotic combinations on in vitro gastrointestinal tolerance, intestinal epithelial cell adhesion and cytokine secretion	Lactobacillus LA-5, Bifidobacterium BB-12, Probionibacterium 702 균주를 조합하여 위와 소장의 pH에 대한 저항성 및 장관세포부착능, cytokine 확인	Journal of Functional Foods	2014
Effect of Various Encapsulating Materials on the Stability of Probiotic Bacteria	Bi-07을 포함한 10종의 유산균을 이용하여 캡슐화하고 코팅 물질에 따른 내산성, 내담즙성 확인	Journal of Food Science	2009
Acid, Bile, and Heat Tolerance of Free and Microencapsulated Probiotic Bacteria	Bi-07을 포함한 8종의 유산균에 대한 코팅 처리 후 내산, 내담즙성 및 열 저항성 확인	Journal of Food Science	2007
Survival of <i>Bifidobacterium Lactis</i> hn019 and Release of Biogenic Compounds in Unfermented and Fermented milk is affected By Chilled Storage at 4°C	우유의 발효 여부에 따른 in vitro digestion model에서의 유산균 생존율 확인	Journal of Probiotics & Health	2013
The Viability of <i>Lactobacillus</i> <i>rhamnosus</i> GG and <i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM Following Double Encapsulation in Alginate and Maltodextrin	LGG와 NCFM의 건조 방식에 따른 캡슐화 전후 및 저장기간 중 생존율 확인	Food and Bioprocess Technology	2013
Viability of <i>Lactobacillus</i> <i>acidophilus</i> NCFM Howaru Dophilus during storage at refrigeration temperatures	저장기간 중의 온도, 산성조건의 변화에 따른 생존율 확인	Acta Chimica Slovaca	2015
Probiotic lactobacilli in a semi-soft cheese survive in the simulated human gastrointestinal tract	NCFM과 HN001의 치즈 내 생존율 및 장내 유사 환경에서의 생존율 확인	International Dairy Journal	2009

7. 조제분유 첨가 유산균의 영·유아 장내개선 및 면역증강 효과 연구

7.1. 동물실험을 통한 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증

7.1.1. 이유자돈을 이용한 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증

- 1차년도 연구 수행을 통해 선정된 유산균 2종(*Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BB-12 (BB-12), *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG)) 및 올리고당 2종 (galacto-oligosaccharide (GOS), fructo-oligosaccharide (FOS))을 이용하여 in vivo 환경에서 장내개선 및 면역증강을 검증하고자 하였다.
- 인체와 설치류의 생리학적 차이점을 고려하여 본 실험에서는 설치류 대신 포유류(이유자돈)를 이용하여 실험을 수행하였다. 포유류인 돼지는 인체의 장내 환경과 유사한 장내 환경을 지니며, 임상적 징후가 인체와 유사하다는 이유로 probiotics 또는 prebiotics의 기능성 검증을 위한 실험에 자주 사용되고 있다.
- 실험의 설계는 유산균 또는 올리고당(GOS:FOS = 1:1)의 유·무와 유산균의 조합에 따른 효과를 검증할 수 있도록 최적 조건을 확립에 그 의의를 두고 있다. 유산균 및 올리고당의 섭취량은 이유자돈을 이용한 실험에 자주 사용하는 농도로, 식이 섭취량 대비 각각 1% 와 0.1%를 급여하였다(유산균의 총 CFU = $3.0 \times 10^{10}/g$)(표 74).

표 78. 이유자돈 실험군

Group	Probiotics (1% in diet)		Prebiotics (0.1% in diet)
A Non-prebiotics	A-1	None	None
	A-2	BB-12	
	A-3	LGG	
	A-4	BB-12 + LGG	
B Prebiotics	B-1	None	Oligogalactose : Oligofructose 1:1
	B-2	BB-12	
	B-3	LGG	
	B-4	BB-12 + LGG	

- 실험동물은 3원교잡종 [(Landrace × Yorkshire) × Duroc] (평균 체중 7.93 ± 0.86 kg) 4주령을 이용하였으며, 각 실험군의 개체 수는 8마리로, 샘플은 임의의 5마리를 선택하여 수집하였다.
- 실험 기간은 총 10주로 진행하였으며, 시료의 급여는 6주간 실시하였다. 급여기간 및 급여 종료 후 분변 샘플을 채취하여 균주의 함량을 측정하였으며, 급여기간 동안의 혈액 샘플을 채취하여 혈액 분석을 실시하였다(그림 81).

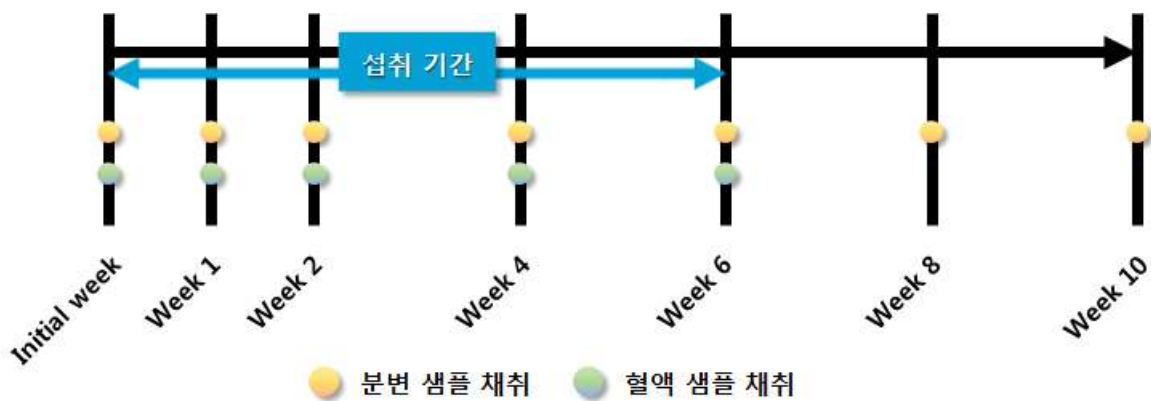


그림 81. 실험기간 및 샘플 채취 시점.

가. 이유자돈의 성장 지표

- 실험동물의 성장 지표는 일당증체량(ADG; Average daily gain), 일당사료섭취량(ADFI; Average daily feed intake) 및 사료효율(G/F; Gain/Feed)산출을 통해 확인하였다(표 75).
- 사료 급여 종료 시 체중 및 일당증체량에 있어서는 B-4 실험군이 A-2, A-3 실험군보다 유의적으로 높게 나타났으며, A-2, A-3 실험군이 A-1 실험군보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 유산균의 급여가 일당증체량 증가에 효과적이며, 올리고당의 첨가에 의해 더 증가하는 경향을 나타내었다.
- 일당사료섭취량에 있어서는 B-4 실험군이 A-2, A-4 실험군보다 유의적으로 높게 나타났으며, B-2, B-3 실험군이 A-1, A-3, B-1 실험군보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 일당증체량에서 나타난 결과와 유사하며, 유산균 또는 올리고당의 급여가 일당사료섭취량을 증가시키는 것으로 사료된다.
- 사료효율에 있어서는 모든 실험군에서 대조군에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내었으나, 실험군 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

표 79. 유산균 및 올리고당 조합에 의한 이유자돈의 성장 지표 변화

Items	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4	SEM ¹
Body weight, kg									
Initial	7.94	7.95	7.94	7.94	7.94	7.91	7.92	7.91	0.03
Week 6	26.16 ^d	27.69 ^{bc}	27.51 ^{bc}	28.09 ^{abc}	27.09 ^{cd}	28.29 ^{ab}	28.44 ^{ab}	29.13 ^a	0.34
Overall									
ADG, g	434 ^d	470 ^b	466 ^{bc}	480 ^{abc}	456 ^{cd}	485 ^{ab}	489 ^{ab}	505 ^a	8
ADFI, g	674 ^c	699 ^{bc}	686 ^c	710 ^{bc}	682 ^c	723 ^{ab}	724 ^{ab}	750 ^a	11
G/F	0.643 ^b	0.672 ^a	0.680 ^a	0.676 ^a	0.669 ^a	0.671 ^a	0.674 ^a	0.674 ^a	0.007

¹ Standard error of means

^{a,b,c,d} Means in the same row with different superscripts are significantly ($p < 0.05$) different.

나. 이유자돈의 분변 지수

○ 분변 지수는 급여 개시부터 1주일동안 매일 분변의 특성을 관찰하여 그 성질에 따라 수치화하였다. 분변의 상태는 모두 일반적인 성상을 나타내었으며, 분변 지수 또한 실험군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이는 시료 섭취에 의한 부작용이 나타나지 않았음을 의미한다(표 76).

표 80. 유산균 및 올리고당 급여에 의한 분변 지수 변화

Items	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4	SEM ¹
Fecal score ²									
Week 1	3.24	3.19	3.12	3.17	3.12	3.12	3.12	3.12	0.05

¹ Standard error of means

² Fecal score: 1=hard, dry pellets in a small, hard mass;

2=hard, formed stool that remains firm and soft;

3=soft, formed, and moist stool that retains its shape;

4=soft, unformed stool that assumes the shape of the container;

5=watery, liquid stool that can be poured

다. 이유자돈의 혈액 지표

○ 혈액 지표는 급여 종료 시 혈액을 채취하여 백혈구(WBC; White blood cell), 적혈구(RBC; Red blood cell), 림프구(lymphocyte), 코티솔(cortisol), 에피네프린(epinephrine), 노르에피네프린(norepinephrine)을 분석하였다(table 22.). 대부분의 지표에서 실험군 사이의 특이적인 차이는 나타나지 않았으나, B-1, B-3, B-4 실험군에서 코티솔 농도가 유의적으로 감소하는 것을 확인하였다. 코티솔은 스트레스와 연관된 호르몬으로, 올리고당 및 LGG, 또는 BB-12와 LGG 혼합 시료를 섭취한 실험군에서 스트레스 지수가 낮아졌음을 시사한다(표 77).

표 81. 유산균 및 올리고당 조합에 의한 이유자돈의 혈액 지표 변화

Items	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	B-4	SEM ¹
WBC, 10 ³ /μℓ	12.87 ^a	12.11 ^{ab}	12.11 ^{ab}	11.00 ^{ab}	11.79 ^{ab}	11.72 ^{ab}	12.60 ^{ab}	10.29 ^b	0.96
RBC, 10 ³ /μℓ	2.62	2.96	2.17	3.40	2.31	2.82	2.61	3.10	0.49
Lymphocyte, %	49.60	40.57	42.94	43.97	40.94	41.42	42.42	39.06	3.75
Cortisol, μℓ/dℓ	4.56 ^a	4.43 ^a	2.75 ^{ab}	4.59 ^a	2.08 ^b	3.10 ^{ab}	2.28 ^b	2.35 ^b	0.58
Epinephrine, pg/ml	249.8	232.2	231.4	222.2	252.3	239.1	214.9	239.0	18.6
Norepinephrine, pg/ml	256.2	246.4	247.3	228.2	236.8	223.6	245.1	238.6	17.8

¹ Standard error of means

^{a,b} Means in the same row with different superscripts are significantly ($p < 0.05$) different.

라. 이유자돈의 분변 내 생균수 분석

- 분변 내 생균수 분석을 위해 채취 직후 0.9% saline에 희석하였다. 평판 배지는 MRS-BCP와 EMB를 사용하였으며, 배양은 37°C 혐기 조건에서 배양하여 집락 개수를 확인하였다. MRS-BCP에서는 Bromo cresol purple 시약을 통해 유산균의 생균수를 확인하였으며, EMB agar에서는 Eosin methylene blue 시약을 통해 대장균을 선택적으로 확인하였다.

- 실험 기간 동안의 생균수를 상대 분포로 나타내었을 때, 유산균과 대장균의 생균수는 모든 실험군에서 변동을 나타내었지만 실험 기간 동안의 유의적인 차이가 나타나지는 않았으며, 유산균 또는 올리고당을 급여한 실험군 사이에도 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다(그림 82).

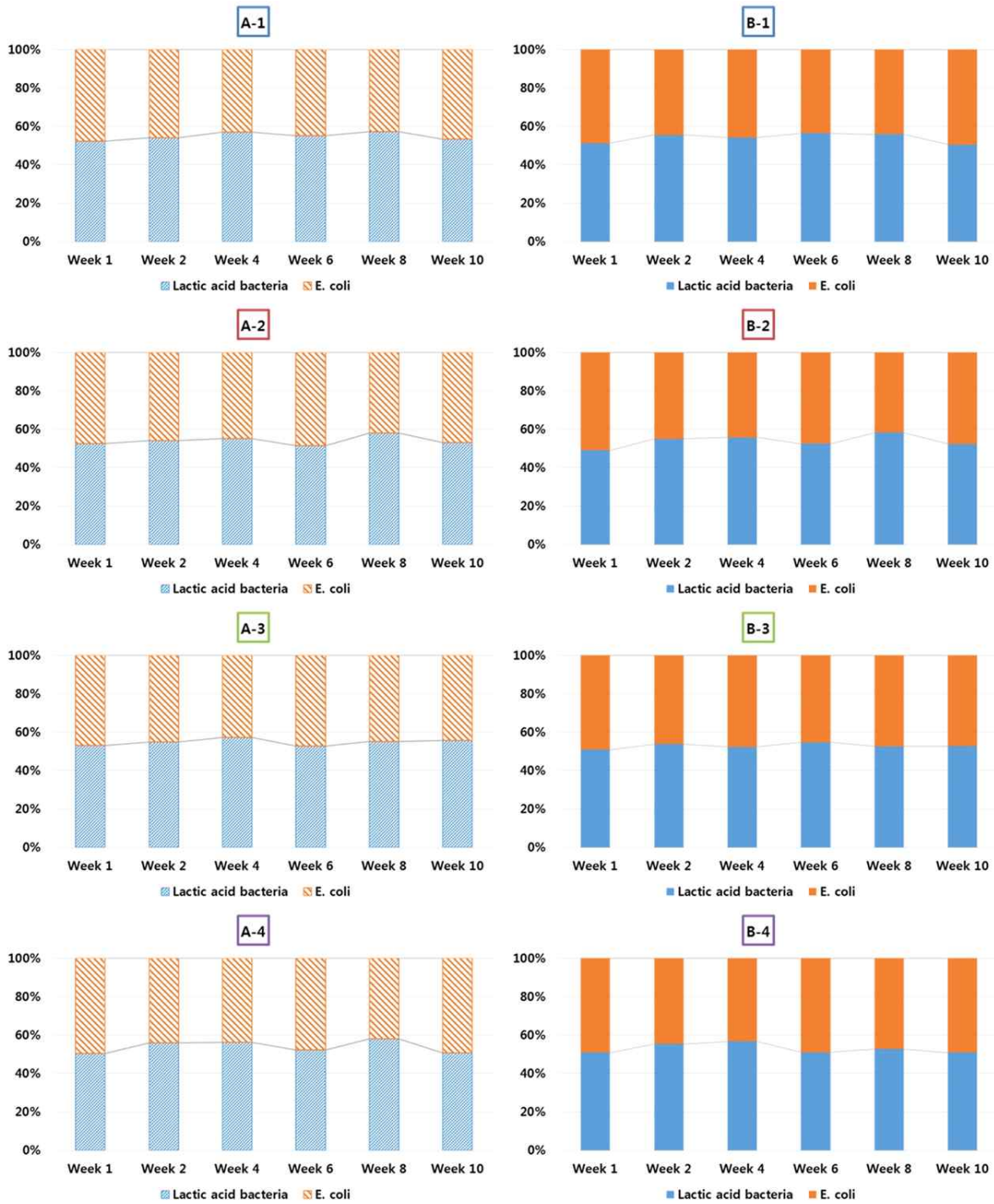


그림 82. 분변 내 생균수 분석.

A; Non-prebiotics, B; Prebiotics

1; Non-probiotics, 2; BB-12, 3; LGG, 4; BB-12 + LGG

마. 이유자돈의 장내 균총 분석

- 생균수를 확인하는 방법만으로는 선택적인 균주 검출하기 어려우므로 RT-PCR을 이용한 분변 내 DNA 분석을 통해 급여한 유산균 및 대장균의 상대량을 측정하였다. 본 실험에서는 총 bacteria의 DNA량 대비 BB-12, LGG 및 *E. coli*의 상대량을 확인하여 유산균 또는 올리고당을 급여하지 않은 실험군과 비교하여 나타내었다.
- BB-12의 상대량은 1주차에서 올리고당의 급여와 관계없이 증가하였으며, 올리고당을 급여하는 경우에 약간 증가하였다. LGG와 혼합하여 급여한 실험군에서는 실제로 급여한 BB-12의 양이 1/2이지만 상대량이 더 증가하지는 않았다. 따라서 LGG에 의한 BB-12의 생육 증가 효과는 미미한 것으로 판단된다. 또한 모든 그룹의 실험 종료 시점에서 BB-12의 상대량이 유산균 급여 시작과 비교하여 차이가 없었으며, 이는 유산균의 급여가 종료되면, 더 이상 장내 균총에 영향을 끼치지 못한다는 것을 나타낸다 (그림 83).

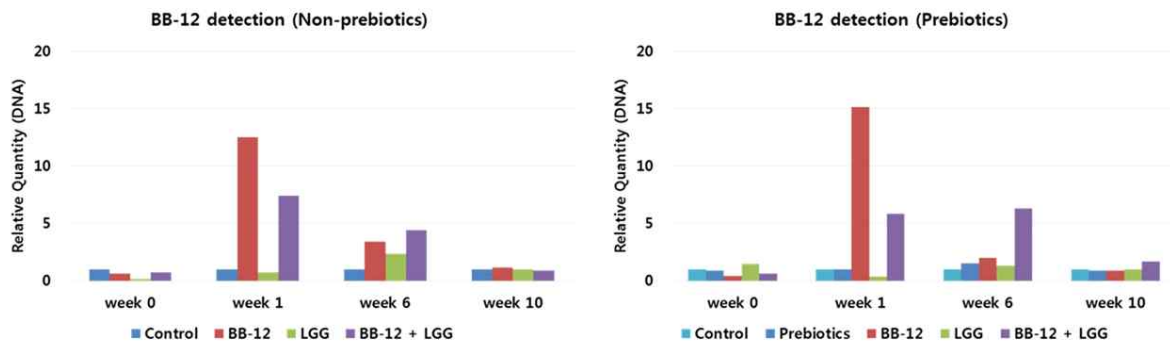


그림 83. 이유자돈 분변 내 BB-12 상대량.

○ LGG의 상대량은 6주차에서 올리고당을 급여하는 경우 증가 경향을 나타냈다. LGG 혼합 급여 실험군에서는 실제 급여 LGG량이 1/2이지만 상대량이 약 1/2 이상 증가하였다. 따라서 LGG의 생육에는 BB-12 또는 올리고당이 긍정적인 영향을 주었을 것으로 판단된다. LGG 역시 모든 그룹에서 실험 시작과 종료 시점에 차이가 없었으며, 이는 유산균의 급여가 종료되면, 더 이상 장내 균총에 영향을 끼치지 못한다는 것을 나타낸다(그림 84).

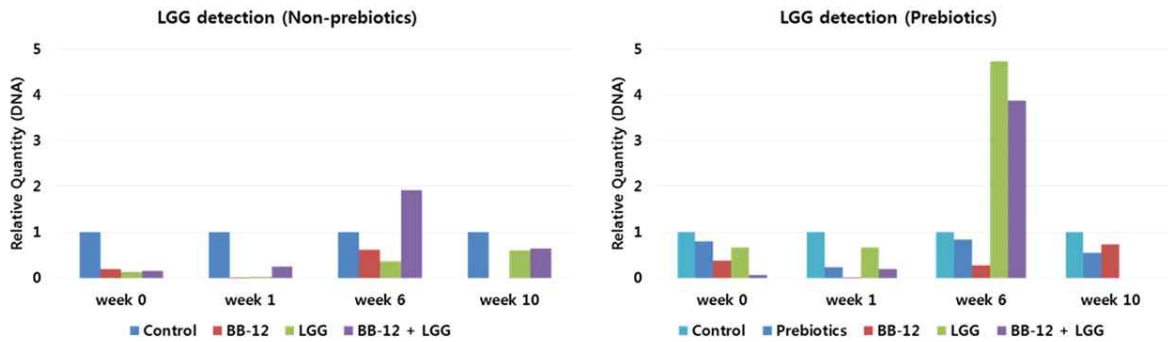


그림 84. 이유자돈 분변 내 LGG 상대량.

○ *E. coli*의 상대량은 유산균을 급여하는 6주동안 증가하지 않는 경향을 나타내었다. 또한 올리고당을 급여하는 실험군 중에서 BB-12와 LGG를 혼합하여 급여하는 실험군은 급여 시작 시 *E. coli*의 상대량이 다른 실험군에 비해 많으나, 유산균 또는 올리고당을 급여하는 동안 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 BB-12, LGG, 그리고 올리고당을 섭취하는 실험군에서 *E. coli*의 생육을 억제하는 효과를 보이는 것으로 판단된다(그림 85).

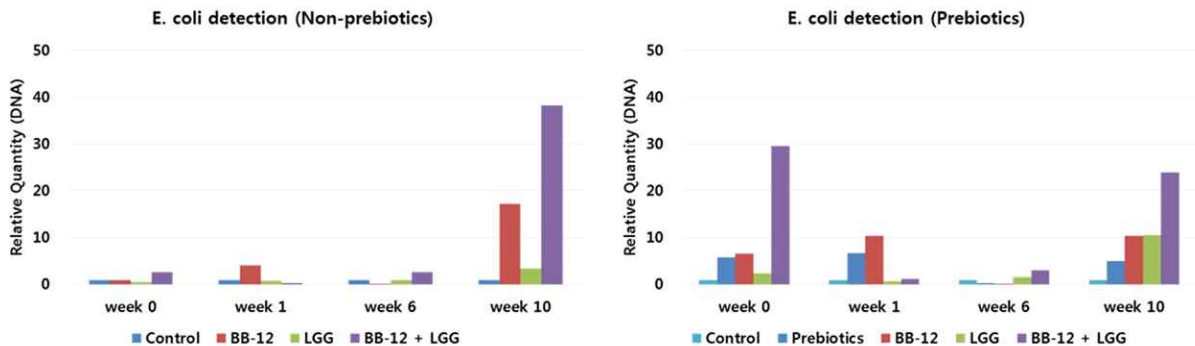


그림 85. 이유자돈 분변 내 *E. coli* 상대량.

바. 이유자돈의 혈중 면역 글로불린 농도

- 시료 섭취 기간 동안 실험동물의 면역력 증강 효과를 확인하기 위하여 혈액 샘플을 채취하여 혈청 내 면역 글로불린의 농도를 측정하였다. 면역 글로불린 농도의 측정은 Immunoglobulin (Ig) A, IgG, IgM를 ELISA 이용해 측정하였다.
- 혈중 IgA의 농도는 LGG, 및 BB-12+LGG 혼합군에서 올리고당을 함께 섭취하는 경우에 더 낮은 경향을 나타내었다. 혈중 IgG의 농도는 올리고당을 섭취하는 경우에 대체로 낮은 경향을 나타내었으며, 혈중 IgM의 농도는 올리고당 섭취 유무에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 유산균 또는 올리고당에 의한 면역력 증강 효과는 미미한 것으로 판단된다(그림 86, 87, 88).
- 이유자돈 실험 결과를 종합하여 유산균 또는 올리고당에 의해 장내개선 효과는 어느 정도 나타나는 것으로 판단된다. 반면 혈중 면역 글로불린 농도의 변화는 유의미한 차이가 나타나지 않았으므로, 면역 개선 효과에 대한 추가적인 검증 방안이 필요할 것으로 판단하였다.

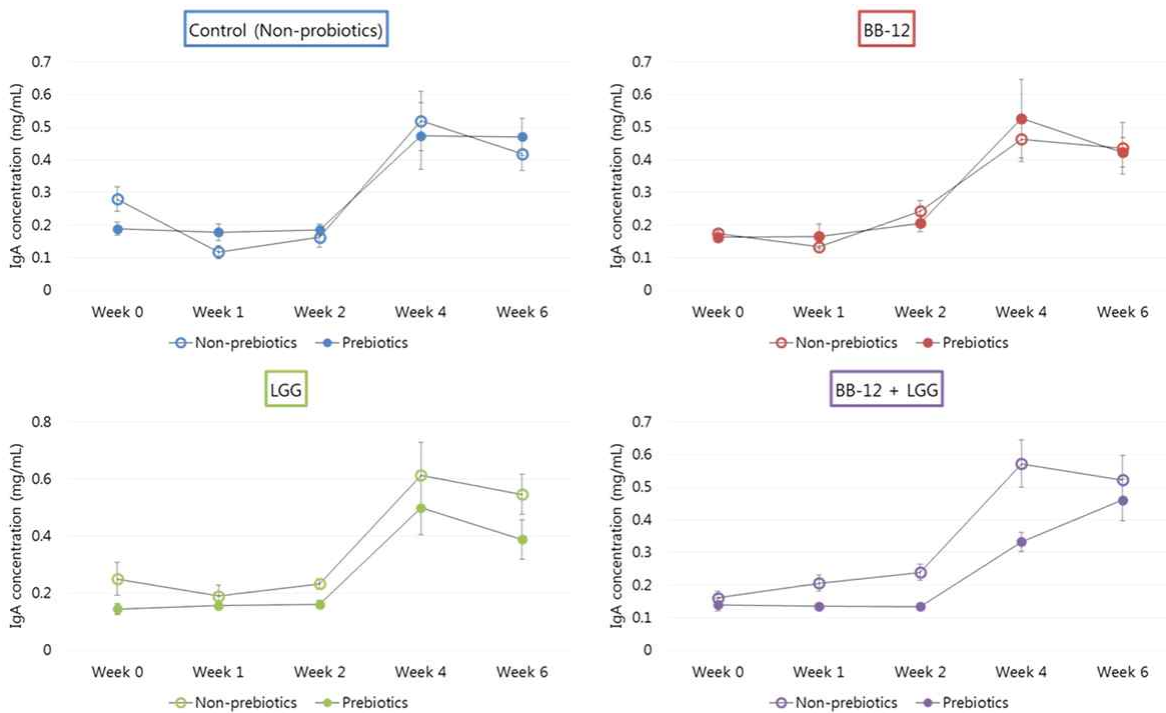


그림 86. 이유자돈 혈청 내 IgA 농도.

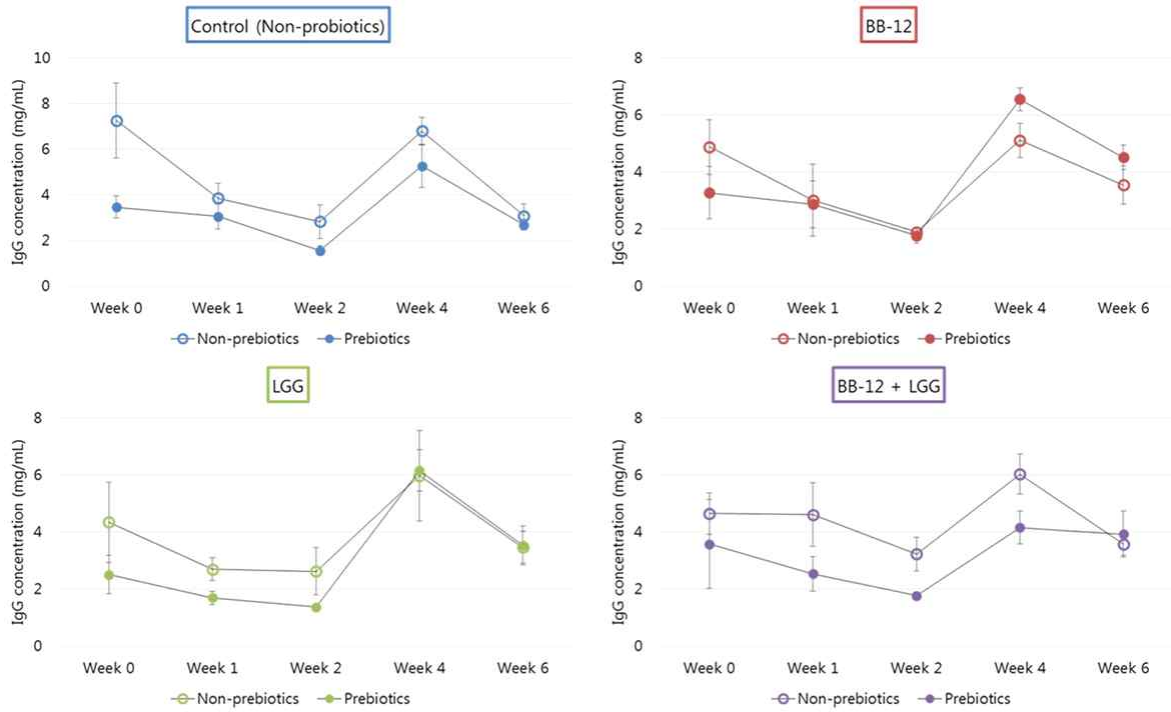


그림 87. 이유자돈 혈청 내 IgG 농도.

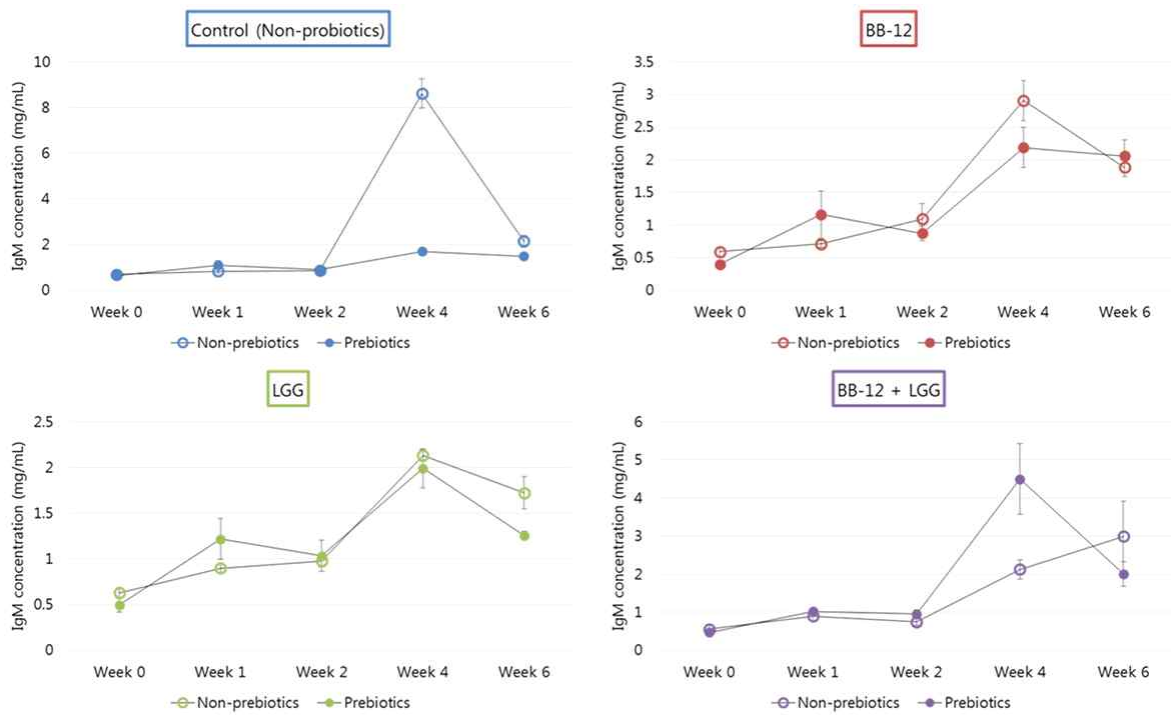


그림 88. 이유자돈 혈청 내 IgM 농도.

7.1.2. Colitis 유도 모델을 이용한 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증

○ 이유자돈을 이용한 실험에서 장내개선 기능성은 확인할 수 있었으나, 면역과 관련된 혈중 면역 글로불린의 농도에서 별다른 차이를 확인할 수 없었다. 따라서 면역 증강에 대한 효과를 보다 확실하게 확인하고, 면역 및 위장관의 발달이 미숙한 유아의 발달 상태와 유사한 환경을 구현하고자 DSS를 이용한 colitis 유도 모델로 추가 실험을 계획하였다(그림 89).

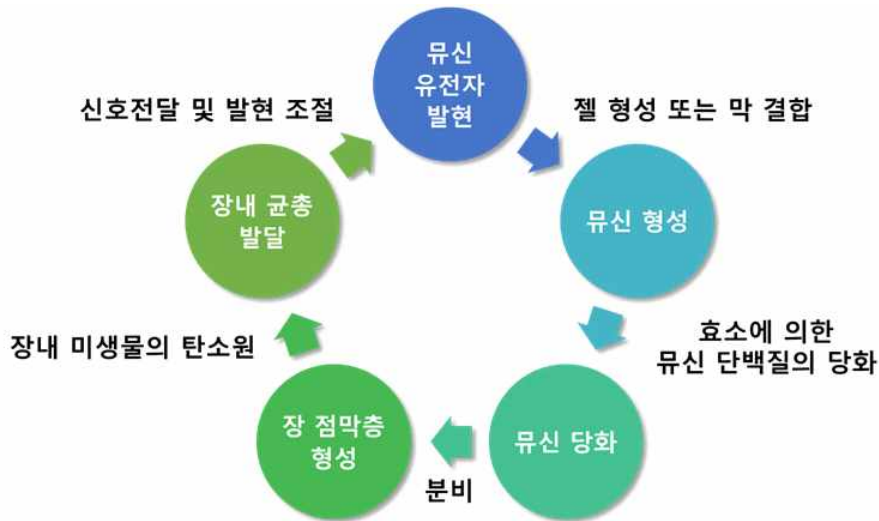


그림 89. 출생 후 점막 면역 발달 과정.

○ Colitis 유도 동물실험 모델은 DSS (Dextran sodium sulfate)를 이용하여 질환을 유도하는 모델로서, DSS에 의해 일어나는 장 점막 손상 및 염증 반응에 대한 억제능을 확인하게 된다. 출생 후 장 점막의 발달은 장내 균총의 발달과 상호관계가 있으며, 본 실험에서는 유산균 또는 올리고당을 colitis를 유도하기 전에 섭취하게 하여 질환 유도에 대한 예방 효과를 확인하고자 한다(그림 90).

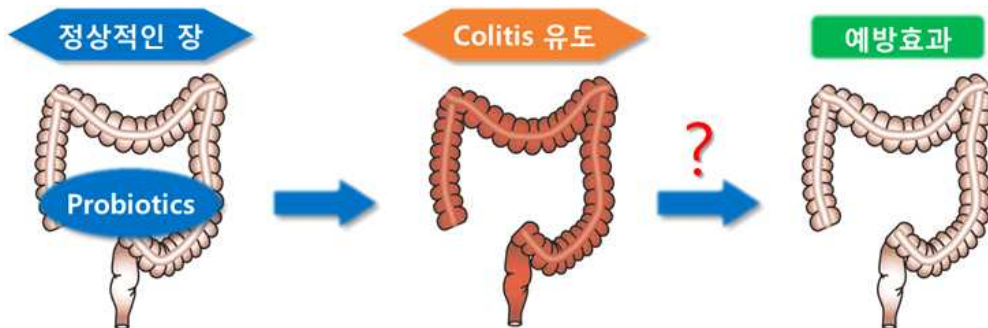


그림 90. 출생 후 점막 면역 발달 과정.

- 출생 후의 장 점막의 면역력 발달은 뮤신 유전자의 발현으로부터 젤 형성 또는 막 결합을 통해 뮤신을 형성하는 것으로 시작된다. 뮤신은 효소에 의해 뮤신 단백질의 당화가 일어나게 되고, 당화된 뮤신은 장내로 분비되어 장 점막층을 형성하게 된다. 장 점막층은 장내 미생물의 탄소원으로 이용되기도 하며, 장 점막층을 구성하는 성분 에 따라 장내 균총의 발달 특성이 달라지기도 한다. 장내 균총 발달 후에는 균총에 의한 신호전달 및 유전자 발현 조절이 일어나게 되고, 이는 다시 뮤신 유전자의 발현 에도 관여하여 장 점막의 면역력에 영향을 끼치게 된다(Rokhsafat, S. et al., 2016).

가. Colitis 유도 모델 최적화

- Colitis 유도 실험 모델에서 사용할 DSS의 처리 농도를 결정하기 위해 유산균 또는 올리고당의 급여 없이 DSS의 농도별로 colitis를 유도하여 적절한 실험 조건을 선정 하고자 하였다. 실험동물은 C57BL6/J mouse(수컷, 8주령)를 사용하였으며, 사전 실험 은 colitis를 유도하지 않는 대조군과 세 가지의 DSS 농도를 설정하여 총 4개의 실험 군으로 진행하였다(표 78).

표 82. Colitis 유도 모델 최적화를 위한 실험군 설계

Group	Control	2% DSS	3% DSS	5% DSS
Colitis inducing	(-)	(+)	(+)	(+)

○ 7일 간의 colitis 유도기간 동안 대조군과 비교하였을 때 모든 DSS 처리 실험군에서 체중의 감소가 나타났으며, 2% DSS 처리 실험군에 비해 3%와 5%의 DSS 처리 실험군에서 체중이 더 감소하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다(그림 91).

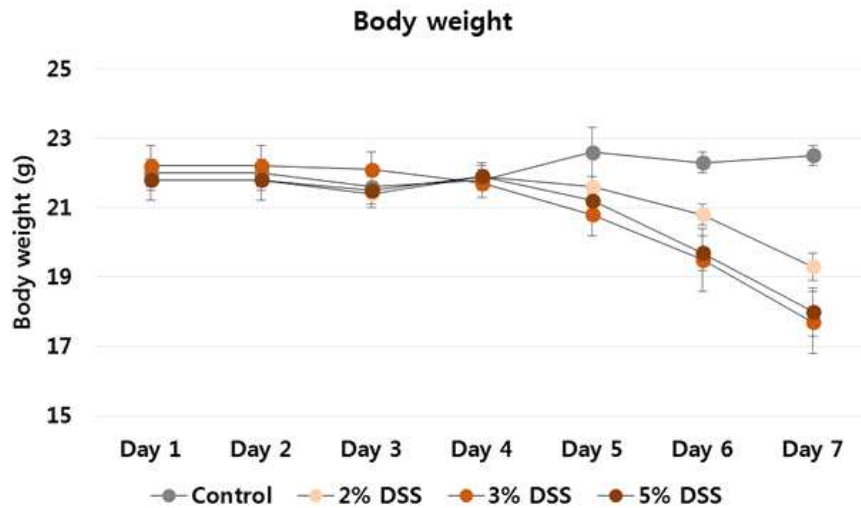


그림 91. Colitis 유도기간 중의 체중 변화.

○ 7일간의 colitis 유도기간 동안 측정된 체중을 유도 시작일 기준으로 체중 감소율을 산출하였다. 유도 후 5일째 모든 DSS 처리 실험군에서 체중 감소가 나타나기 시작했으며, 5% DSS 처리에 비해 3% DSS 처리 실험군의 감소율이 높은 경향을 나타냈다(그림 92).

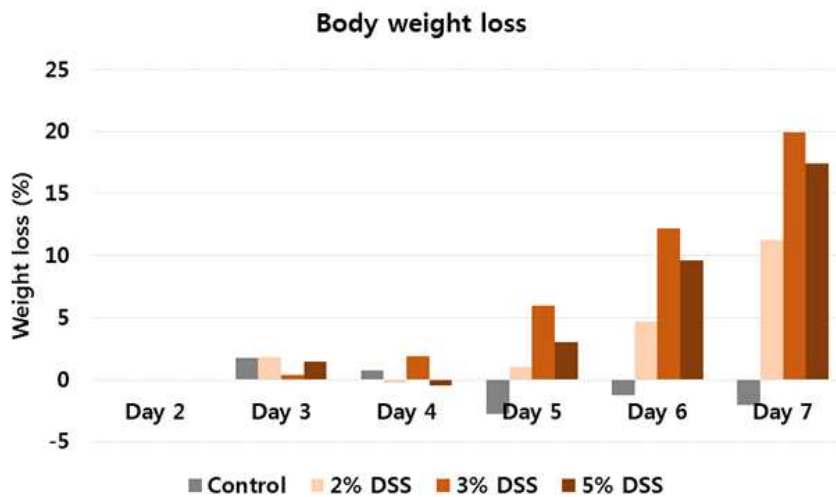


그림 92. Colitis 유도기간 중의 체중 감소율 변화.

○ Colitis 유도기간 종료 이후 실험동물을 희생하여 colon을 적출하여 길이를 측정하였다. 대조군과 비교하였을 때 모든 DSS 처리 실험군에서 colon의 길이가 짧아지는 것을 확인하였으나, DSS의 농도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다(그림 93, 94).

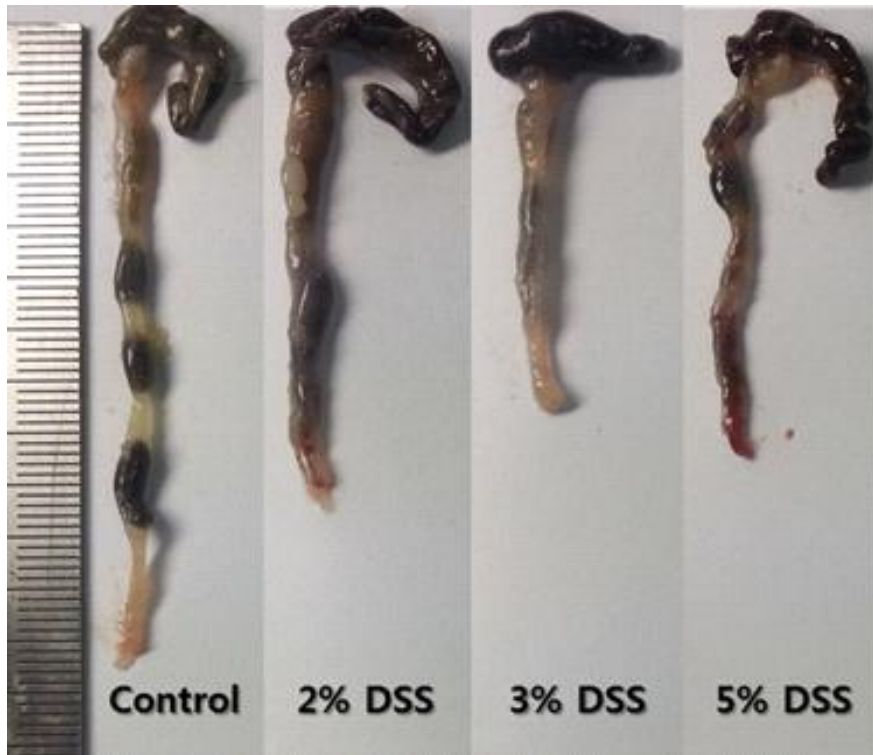


그림 93. Colitis 유도기간 후에 적출한 colon.

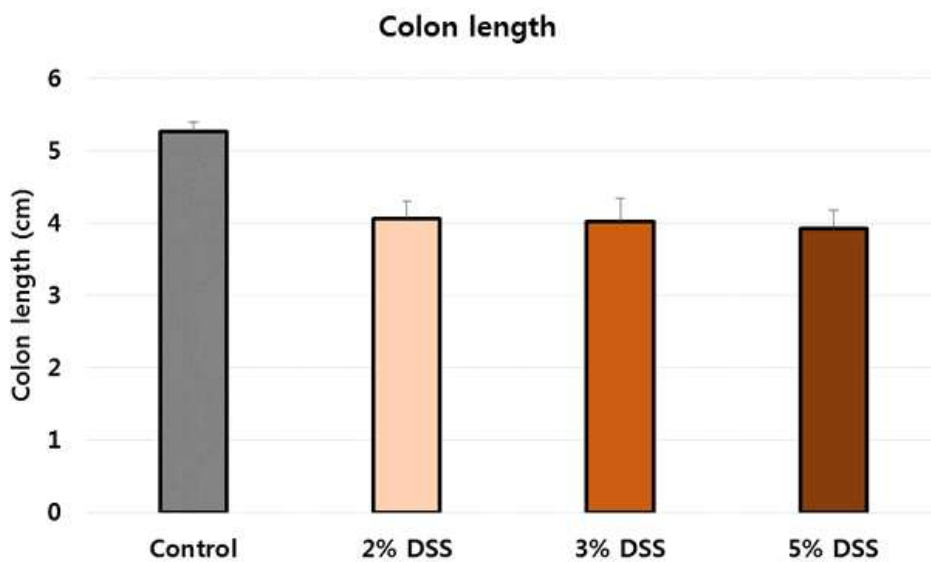


그림 94. Colitis 유도기간 후에 적출한 대장의 길이 변화.

- Colitis 유도기간 동안 분변의 성상 및 혈변 특성을 점수화하고, 체중 감소율을 점수화하여 DAI score를 산출하였다. 유도 7일차에는 모든 DSS 처리 실험군에서 유사한 정도의 DAI score를 나타내었으며, 유도기간 중에는 3% DSS 처리 실험군이 DAI score의 증가가 가장 먼저 나타났다(그림 95).

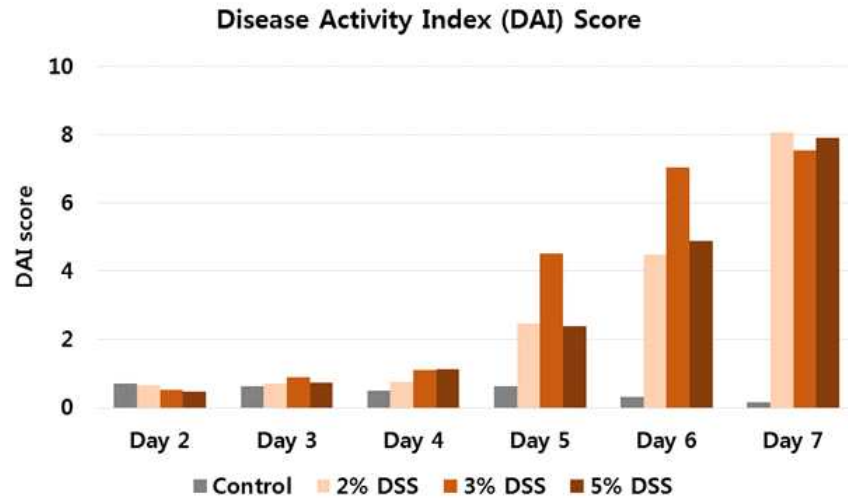


그림 95. Colitis 유도기간 중의 DAI score.

- 본 사전 실험 결과를 종합하면, colitis 유도 모델로 3%의 DSS를 처리하는 것이 적합하다고 판단되며 이후의 기능성 검증 실험은 3%의 DSS를 사용하여 수행하였다.

나. Colitis 유도 모델을 이용한 유산균 및 올리고당의 기능성 검증

- Colitis 유도 모델 최적화를 위한 사전 실험 결과를 종합하여 3%의 DSS를 처리하는 것이 적합하다는 것을 확인하였다. 따라서, 본 실험에서는 아래와 같이 그룹을 설정하여 BB-12 및 올리고당에 의한 효과를 확인하고자 하였다.
- 실험은 2회로 나누어 진행하였으며, (1) BB-12의 기능성 검증 실험은 Group 1, 2, 3으로 진행하였고, (2) BB-12 및 올리고당의 기능성 검증 실험은 Group 1에서 6까지의 모든 실험군으로 진행하였다(표 79).

표 83. 유산균 및 올리고당의 기능성 검증을 위한 colitis 유도 실험군 설계

Group	1	2	3	4	5	6
	Control	Negative control	BB-12	GOS + FOS ¹	HMO ²	Oligo-mix
Colitis inducing	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Diet component	(-)	(-)	BB-12	BB-12 GOS + FOS (6 : 1)	BB-12 HMO	BB-12 GOS + FOS, HMO

¹ GOS; Galacto-oligosaccharide, FOS; Fucto-oligosaccharide

² HMO; Human Milk Oligosaccharide (2'-fucosyllactose)

- 실험 기간은 총 3주로, 마지막 1주일간 colitis를 유도하여 예방 효과를 확인하였다(그림 96).

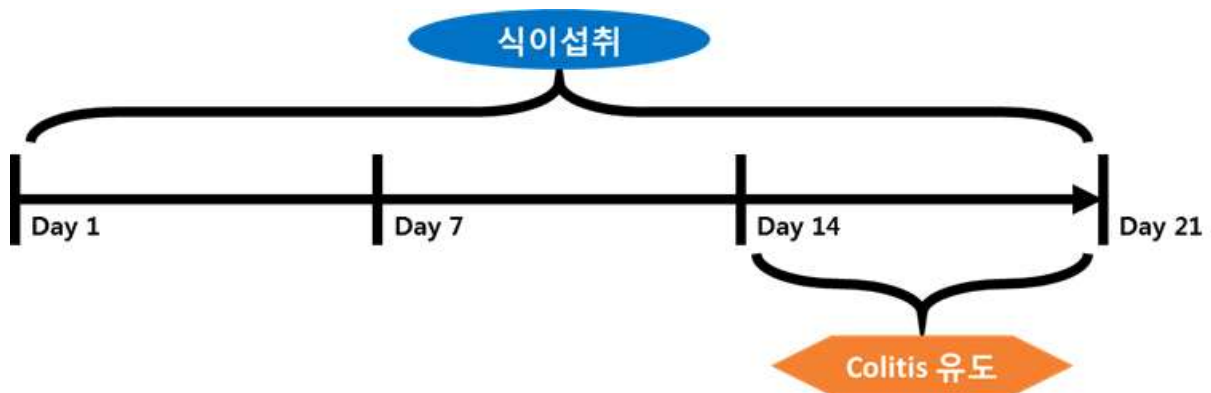


그림 96. 실험 기간 및 일정.

○ 분석 지표는 크게 장내 개선 효과를 검증하는 지표와 colitis의 예방 효과를 평가하는 지표로 분류하여 진행하였다(표 80).

표 84. Colitis 유도 모델을 이용한 기능성 검증 지표

장내 개선 효과 검증	Colitis 예방 효과 평가
수분 섭취량	생존율
설사 지수	Macroscopic colon length
Feces bilirubin-derivative 분석	Colitis DAI score
염증성 cytokine 분석	Histological colon analysis
Unbiased serum metabolic analysis	Immunohistochemistry for colorectal inflammation

(1) BB-12의 기능성 검증

○ 수분 및 식이 섭취량은 colitis가 진행될수록 감소하는 경향을 나타내었으나, colitis를 유도한 실험군들 간의 차이는 나타나지 않았다(그림 97, 98).

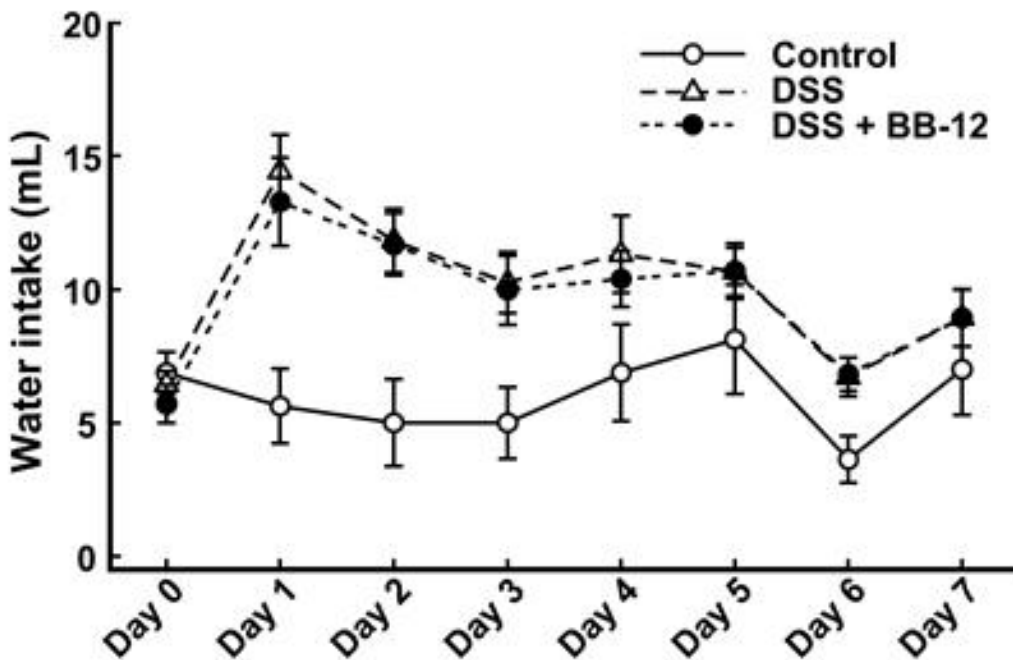


그림 97. Colitis 유도 기간 중의 수분 섭취량 변화.

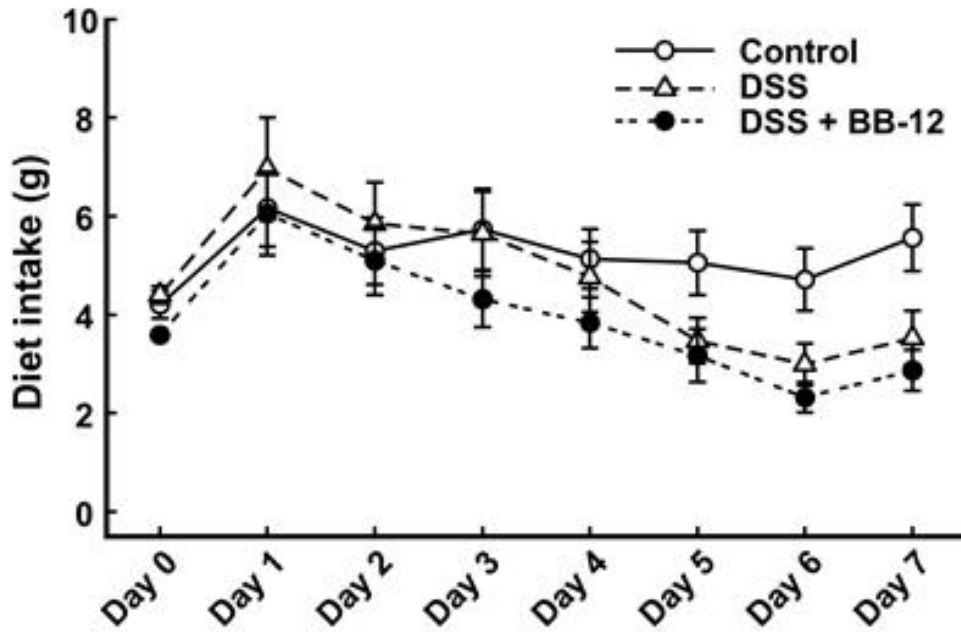


그림 98. Colitis 유도 기간 중의 식이 섭취량 변화.

○ Colitis 유도 기간 중, 매일 체중을 측정하여 개시일의 체중과 비교하였다. 체중 변화량은 체중의 감소량으로 나타내었으며, colitis가 유도되면서 체중 감소량은 점차 증가하였으며, 유도 7일 째에 BB-12를 섭취한 실험군이 colitis 유도만 진행했던 실험군에 비해 체중 감소량이 적은 것으로 나타났다($p=0.17$)(그림 99).

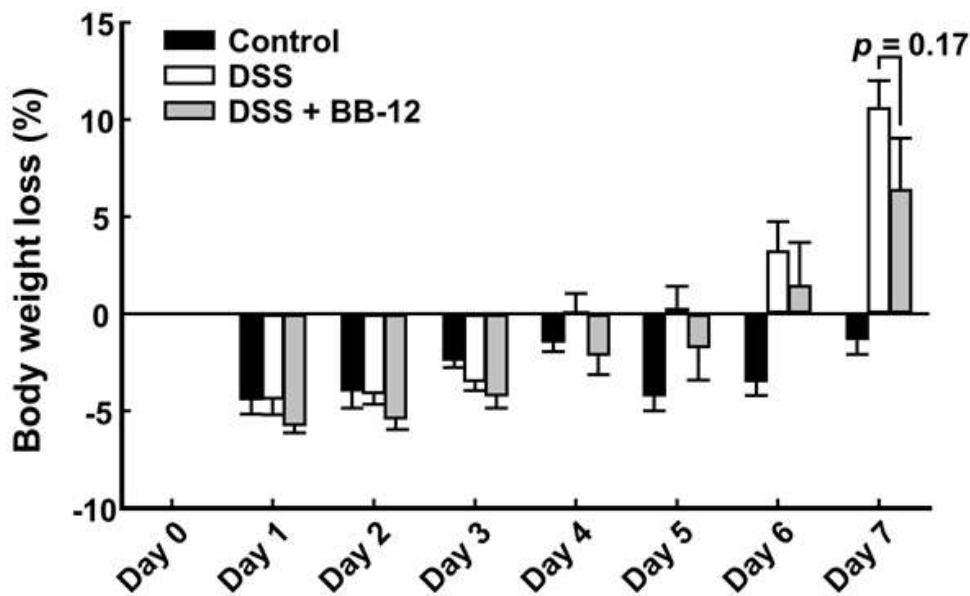


그림 99. Colitis 유도 기간 중의 체중 감소량 변화.

○ Colitis DAI score (Disease Activity Index score)는 colitis의 유도 정도를 수치화 하는 방법으로, 유도기간 동안의 체중 감소량, 분변 지수를 점수로 환산하여 나타낸다. 분변 지수는 설사 지수와 혈액 흔적 두 가지의 항목을 측정하고, 각 항목의 점수를 합산하였다. 점수 환산 기준은 아래 표 81과 같다.

표 85. DAI score 환산 기준

점수	체중 감소량	설사 지수	혈액 흔적
0	변화 없음	정상, 타원형	없음
1	5% 미만	0과 2 사이	0과 2 사이
2	6% - 10%	페이스트형, 반고체	흔적, 페이스트
3	11% - 20%	2와 4 사이	2와 4 사이
4	20% 초과	액체형, 끈적함	혈액

○ Colitis 유도 기간 중의 DAI score는 BB-12를 섭취한 실험군에서 유의적으로 낮게 나타났으며, 이는 colitis의 진행이 BB-12에 의해 더디게 진행된 것으로 해석할 수 있다 (그림 100).

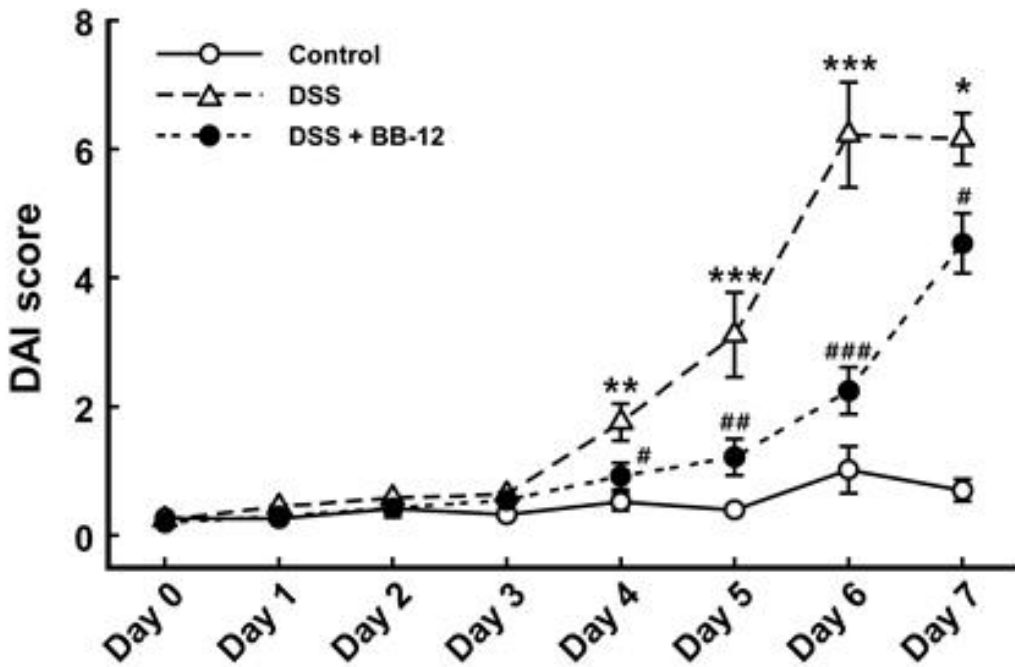


그림 100. Colitis 유도 기간 중의 DAI score.

○ Colitis 유도기간 종료 후 실험동물을 희생하여 colon을 적출하여 길이를 측정하였다. 대조군과 비교하였을 때 BB-12를 섭취한 실험군의 colon 길이가 유의적으로 길게 나타났다으며, 이는 colitis에 의해 colon의 길이가 감소하는 것을 BB-12의 섭취를 통해 보호할 수 있음을 의미한다(그림 101, 102).

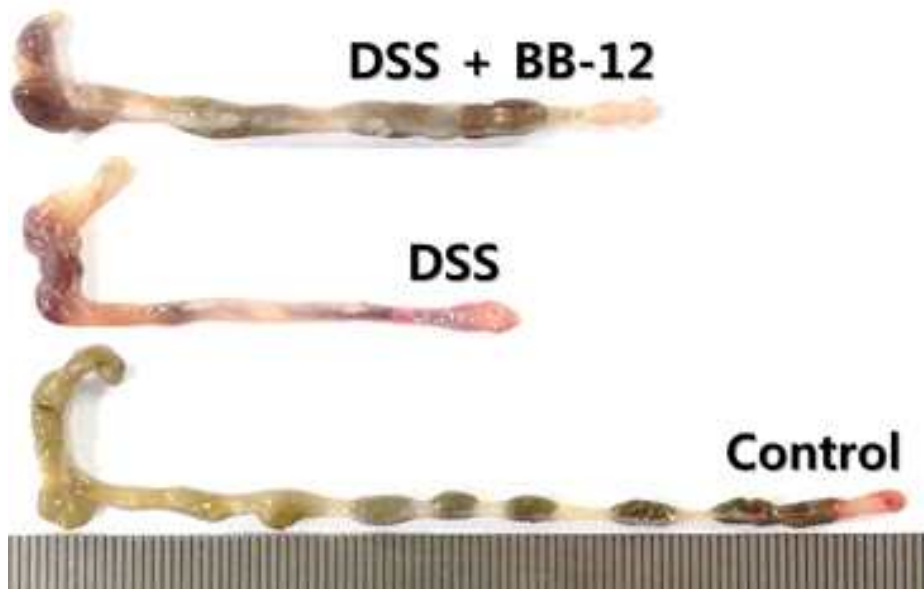


그림 101. Colitis 유도기간 후에 적출한 colon.

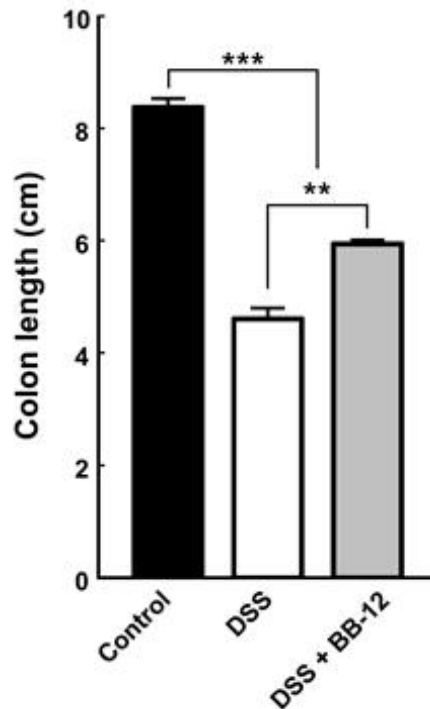


그림 102. Colon 길이 비교.

○ 적출한 colon을 조직학적으로 관찰하여 대조군과 비교하였을 때 BB-12를 섭취한 실험군의 colon 조직에서 비교적 손상된 조직과 염증 세포 침윤이 적게 일어난 것을 확인하였다. 이를 통해 BB-12에 의해 colon 조직의 손상이 예방될 수 있음을 알 수 있다(그림 103).

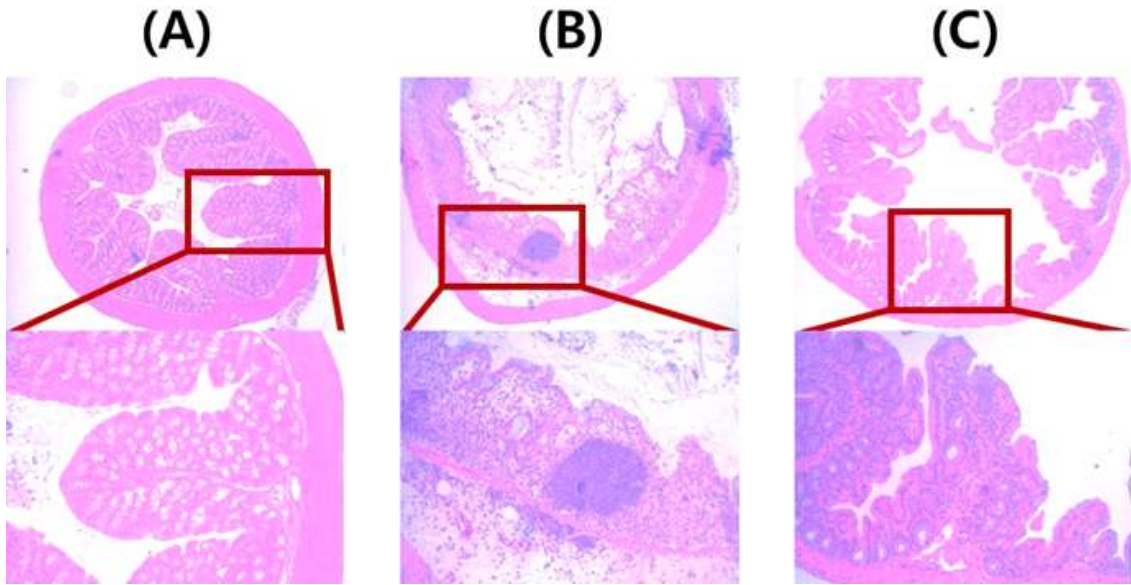


그림 103. Colon 조직의 Hematoxylin-Eosin 염색.

(A) Control, (B) DSS, (C) DSS + BB-12

○ 조직학적으로 관찰한 장 조직의 손상 정도, 염증 발생 정도를 점수로 환산하여 조직학적 점수(histological score)로 나타내었다. 장 조직의 손상 정도와 염증 발생 정도 항목을 점수로 환산하여 각 항목을 합산하였다. 점수 환산 기준은 아래 표 82와 같다.

표 86. Histological score 환산 기준

점수	조직 손상 정도	염증 발생, 침윤 정도
0	없음	없음
1	30% 손상	0과 2 사이
2	60% 손상	점막하층까지 확장
3	상피 외 전체 손상	2와 4 사이
4	상피 손상	장벽 전체 염증

- 조직학적 점수(histological score)로 환산한 결과, BB-12를 섭취한 실험군은 대조군에 비해 조직학적 점수가 낮아지는 경향을 확인하였다. 따라서 BB-12의 섭취는 colitis의 유도에 의한 조직 손상을 예방할 수 있음을 알 수 있다(그림 104).

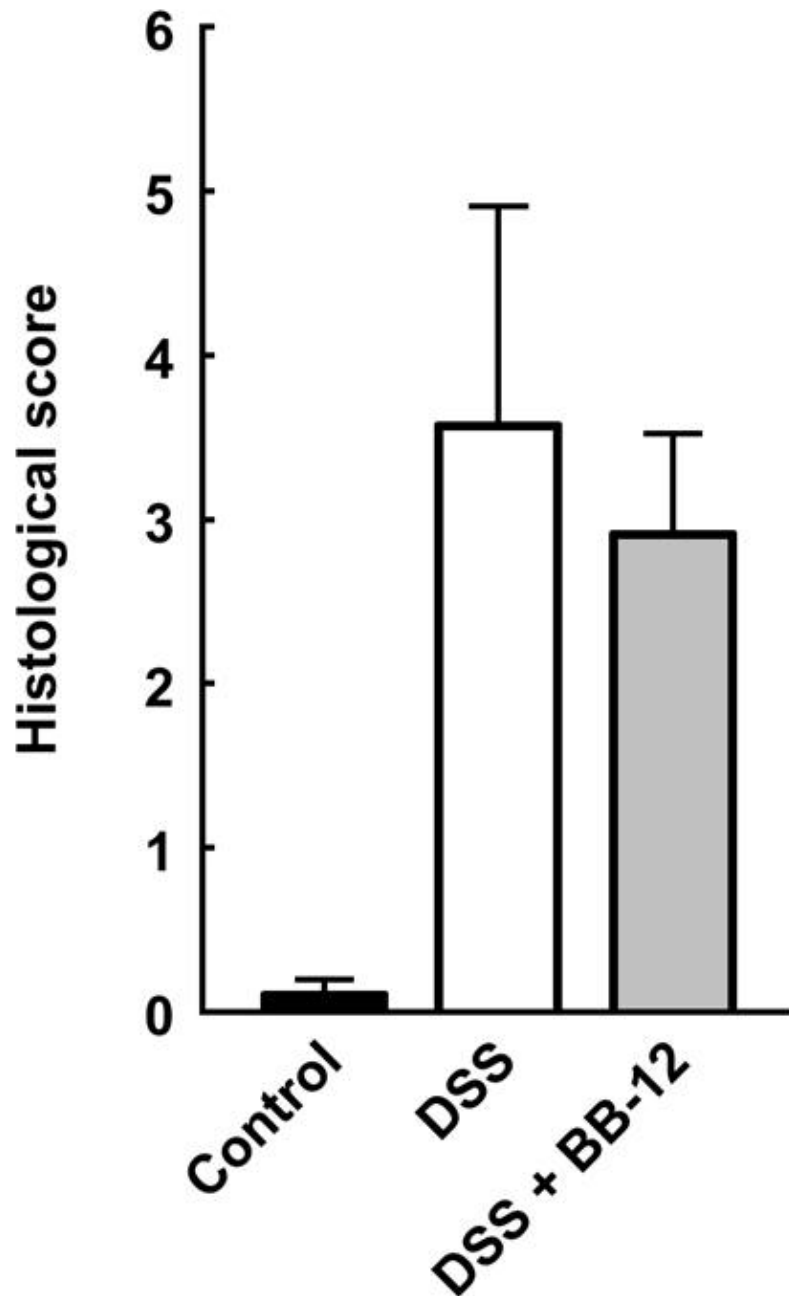


그림 104. Colon의 조직학적 비교.

○ Colon 조직을 이용하여 colitis에 의한 세포 사멸 정도를 확인하였다. TUNEL assay를 이용하여 세포 사멸 신호를 형광 현미경으로 관찰하였으며, 형광 신호를 정량적으로 분석하였다. 대조군에 비해 BB-12를 섭취한 실험군의 colon 조직은 세포 사멸 정도가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(그림 105, 106).

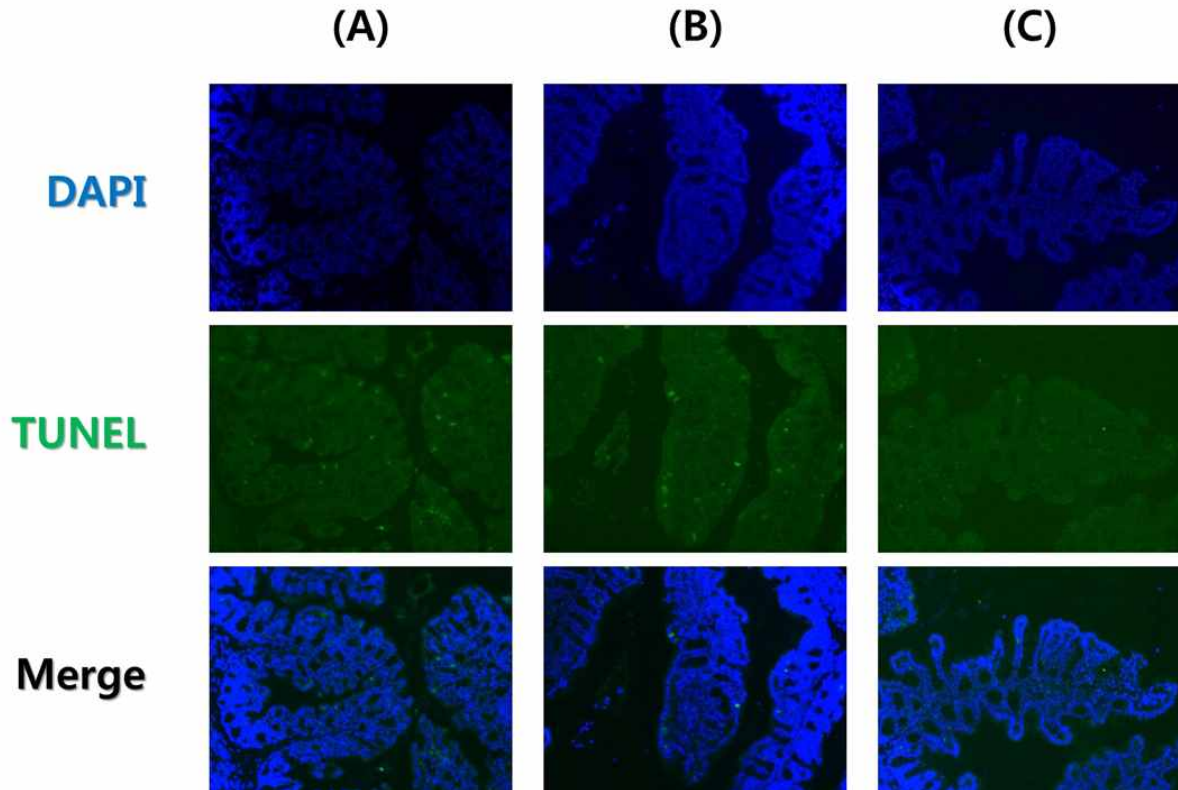


그림 105. Colon 조직의 TUNEL assay.
 (A) Control, (B) DSS, (C) DSS + BB-12

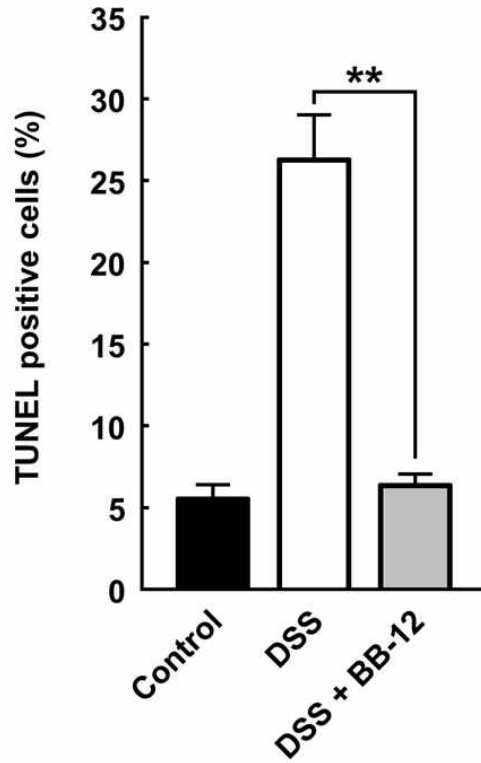


그림 106. TUNEL positive cells.

○ 체중 감소량, 분변 상태, 질환 활성도, 조직학 평가, 세포 사멸 신호 확인을 통해 BB-12의 colitis 예방 효과를 확인할 수 있었으나, 추가로 확인한 colitis 유도 이후의 생존율에 미치는 영향에서는 차이가 나타나지 않았다(그림 107).

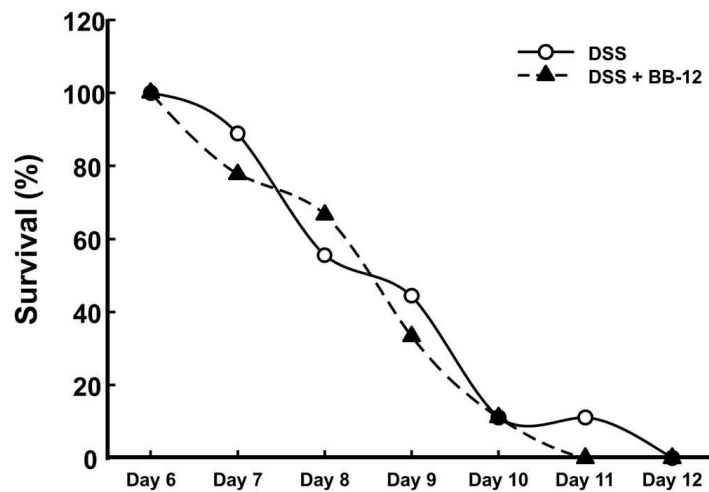


그림 107. Colitis 유도 이후의 생존율.

(2) BB-12 및 올리고당의 기능성 검증

○ 수분 섭취량은 실험군들 간의 차이는 나타나지 않았다(그림 108).

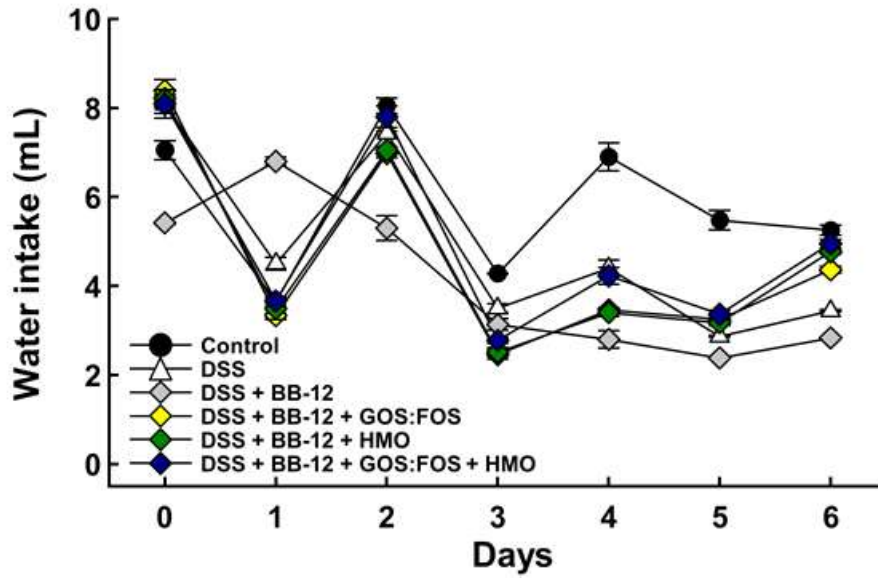


그림 108. Colitis 유도 기간 중의 수분 섭취량 변화.

○ Colitis 유도 기간 중, 매일 체중을 측정하여 개시일의 체중과 비교하여 체중 감소량으로 나타내었다. Colitis가 유도되면서 체중 감소량은 점차 증가하였으며, BB-12 단독으로 섭취한 실험군 이외에는 체중 감소량 저해 효과는 나타나지 않았다(그림 109).

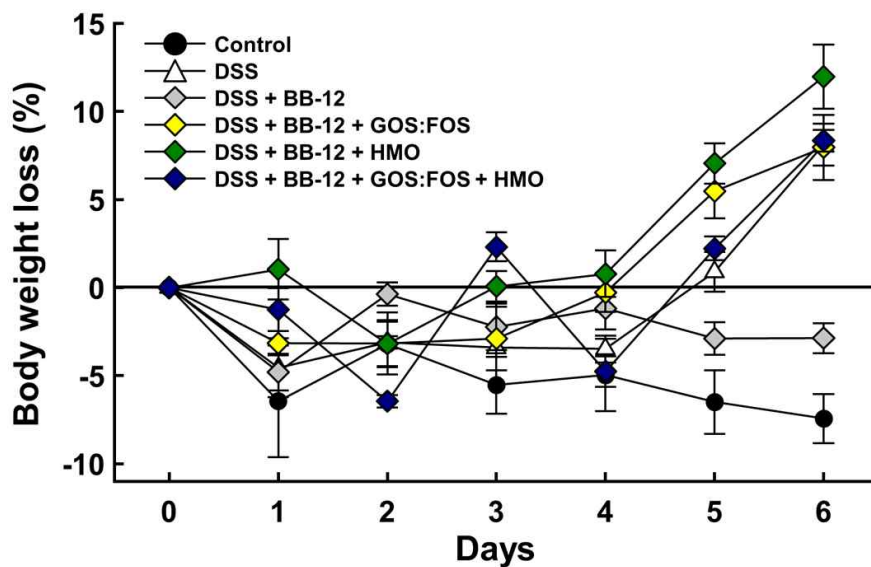


그림 109. Colitis 유도 기간 중의 체중 감소량 변화.

○ Colitis 유도기간 종료 후 실험동물을 희생하여 colon을 적출하여 길이를 측정하였다. 대조군과 비교하였을 때 BB-12 또는 올리고당을 섭취한 실험군의 colon 길이에 차이가 나타나지 않았다(그림 110, 111). 따라서 올리고당에 의한 추가적인 체중 감소량 저해 효과 및 colon의 길이 보호 효과 모두 차이가 나타나지 않았으므로, 이전 실험에서 진행한 BB-12 만의 기능성 작용 기작을 확인하고자 하였다.



그림 110. Colitis 유도기간 후에 적출한 colon.

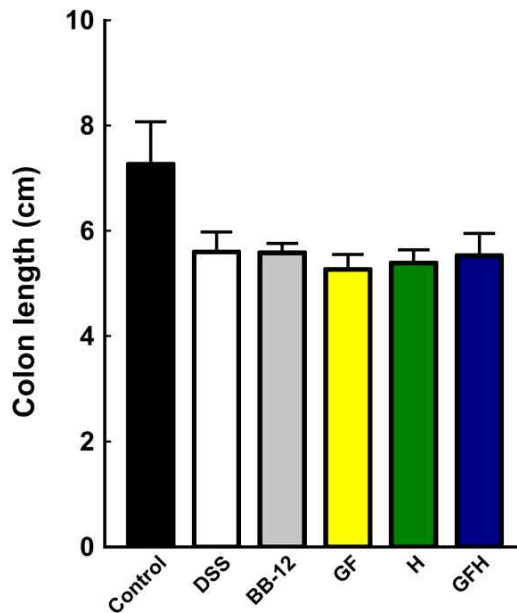


그림 111. Colon 길이 비교.

다. BB-12의 colitis 예방 기작 규명

○ BB-12에 의한 세포 사멸 예방 효과의 작용 기작을 규명하기 위해 Western blot을 수행하였다. Colon 조직에서 추출한 단백질을 이용하여 세포 사멸 신호에 관련된 단백질들의 발현량을 비교하였다(그림 112).

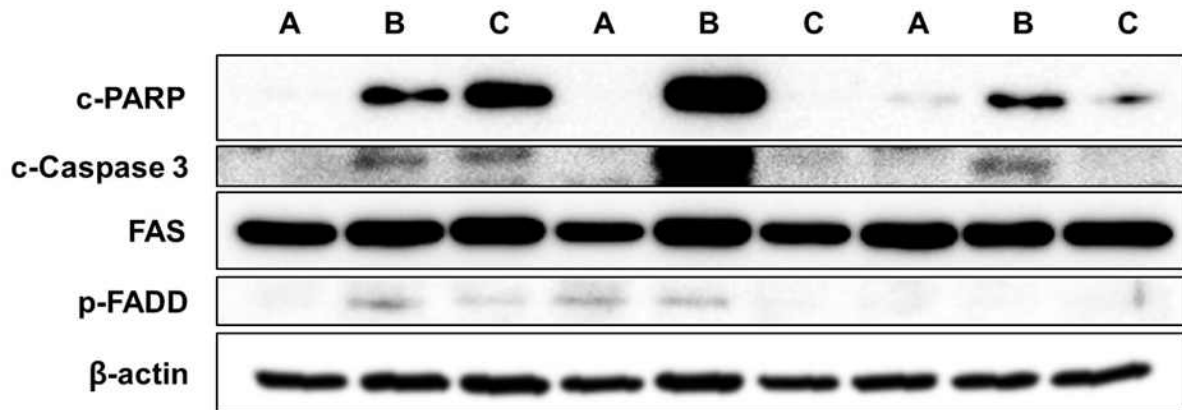


그림 112. Colon 조직 단백질의 Western blot.

A: Control, B: DSS, C: DSS + BB-12

○ 세포 사멸 신호인 c-PARP와 c-Caspase 3의 발현량은 BB-12를 섭취한 실험군에서 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타내었다. 세포막의 수용체인 FAS와 p-FADD는 실험군 사이의 차이가 나타나지 않았다(그림 113). 이는 세포 사멸 신호의 전달이 FAS, FADD와 같은 막 단백질의 발현량 조절로 일어나는 것이 아닐 가능성이 높다는 것으로 판단되어 cytokine 분석을 진행하였다.

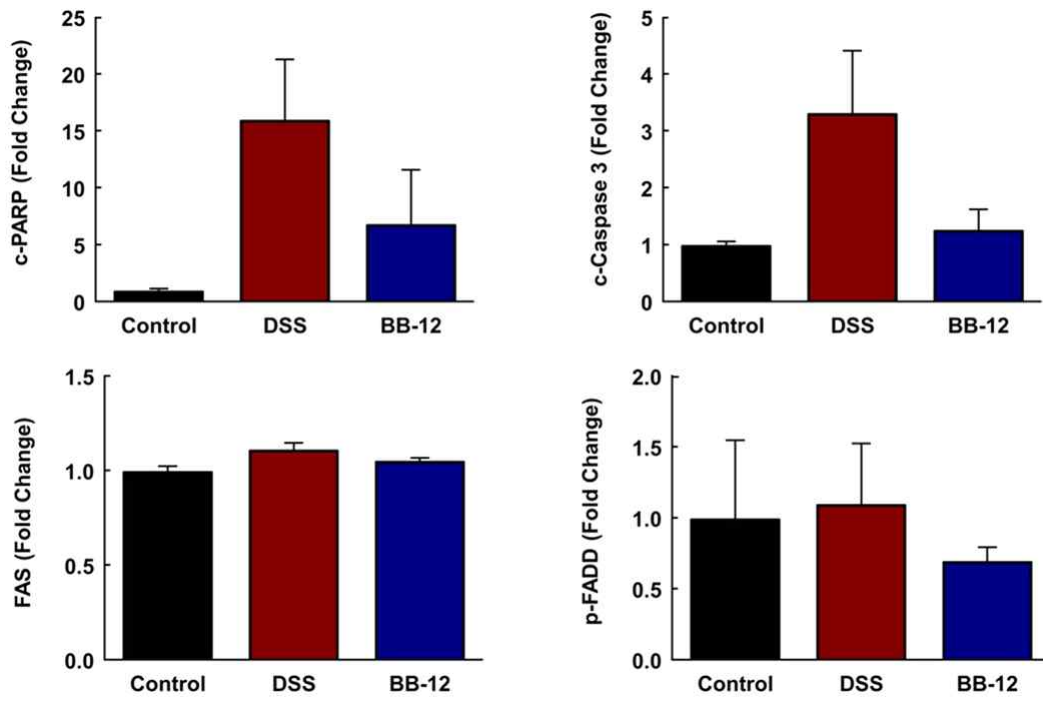


그림 113. Colon 조직 단백질의 Western blot 정량.

A: Control, B: DSS, C: DSS + BB-12

○ Cytokine 분석은 array를 이용하여 실험동물 희생 후 수집한 serum으로 분석하였다. 총 111가지의 cytokine 분석을 진행한 결과, 염증 반응에 관련된 대표적인 cytokine들의 발현량이 대조군에 비해 BB-12를 섭취한 실험군에서 감소하는 것으로 나타났다 (그림 114).

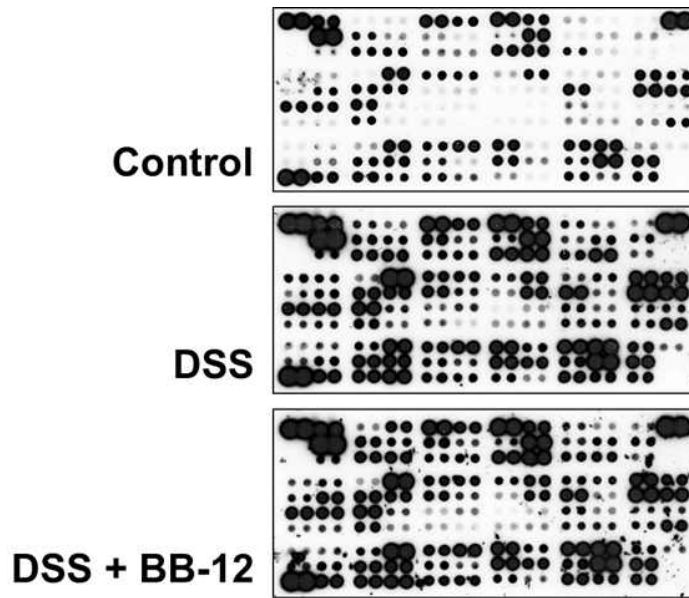


그림 114. Serum의 cytokine array.

○ 이는 위에서 확인한 colon 조직의 사멸은 colon 세포의 수용체 단백질의 발현량 조절에 관여하기 보다는, 염증 반응을 매개하는 cytokine들에 의해 조절되었음을 알 수 있다(그림 115).

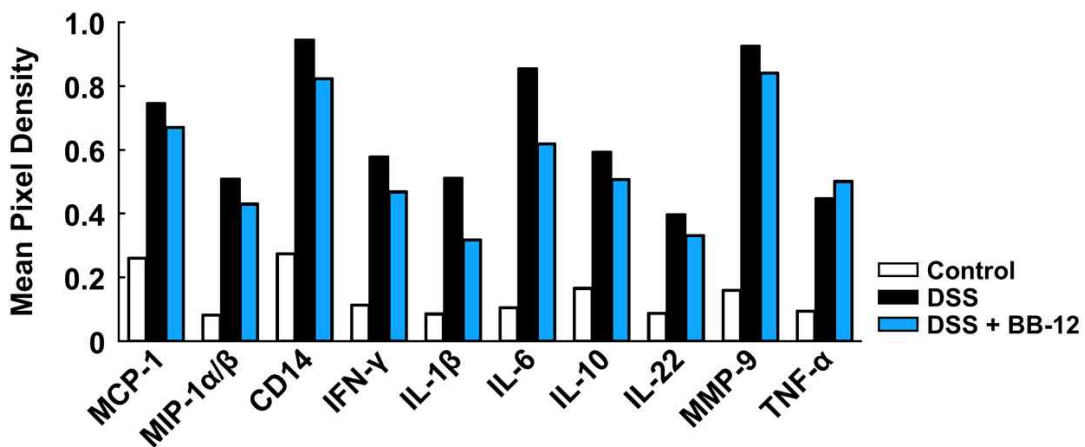


그림 115. Serum의 cytokine array.

7.2. 영·유아의 분변 분석을 통한 장내개선 및 면역증강 기능성 확인

7.2.1. 이유자돈을 이용한 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증

- 2차년도 연구 수행을 통해 기능성이 검증된 BB-12와 올리고당으로 제조된 분유를 사용하여 영·유아를 대상으로 한 임상 시험을 수행하고자 하였으나, 시료 확보의 어려움으로 인해 이유자돈을 이용한 실험으로 대체하여 수행하였다. 2차년도와 동일한 사양의 실험동물을 사용하였으며, 실험군 설계 및 세부 조성은 임상 시험을 대체하기 위해 수정하여 진행하였다.

가. In vitro fermentation

- 본 실험은 사양 실험과 동일한 연령이나, 시험 사료를 섭취하지 않은 실험동물의 분변을 이용하여 수행하였다. 유산균을 섭취하지 않은 이유자돈의 분변 내 미생물 환경을 올리고당의 섭취를 통해 개선할 수 있는지 여부를 확인하기 위한 실험으로 설계하였다.
- 올리고당은 실험적으로 액상 올리고당(oligogalactose, GOS)의 순도가 낮은 점을 보완하기 어려운 점을 감안하여 2'-fucosyllactose (HMO)와 oligofructose (FOS) 두 종류를 사용하였다.
- 분변 시료를 멸균된 완충 용액으로 희석하여 올리고당과 함께 배양한 후, pH 변화량, gas 생성량 및 유산균 생균수를 측정하였다. 완충 용액의 조성은 아래 표 83과 같다.

표 87. McDougall 완충 용액 (pH 7)

시약	용량 (g/L)
NaHCO ₃	9.8
Na ₂ HPO ₄	9.3
NaCl	0.67
KCl	0.57
MgSO ₄ ·6H ₂ O	0.12
CaCl ₂ ·6H ₂ O	0.079

- pH는 올리고당 두 종류 모두 대조군에 비해 낮아지는 것을 확인하였으며, 이는 산을 생성하는 미생물 증식 혹은 활성에 도움이 될 수 있음을 의미한다. pH 변화량으로 환산하였을 때는 올리고당 두 종류 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았다.
- Gas 생성량은 미생물에 의해 생성되는 휘발성지방산(Volatile fatty acid, VFA)을 간접적으로 측정하기 위한 지표로서, HMO에 의해 증가하는 경향을 나타내었지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다.
- 유산균의 생균수는 올리고당 두 종류에서 증가하는 경향을 나타냈으나, 대조군과의 유의적인 차이는 FOS에 의해 나타났다. 따라서 HMO, FOS 두 종류의 올리고당은 서로 다른 양상으로 장내 미생물의 활성에 영향을 줄 수 있으며, 실험동물 섭취 시 긍정적인 효과를 나타낼 수 있을 것으로 기대된다.

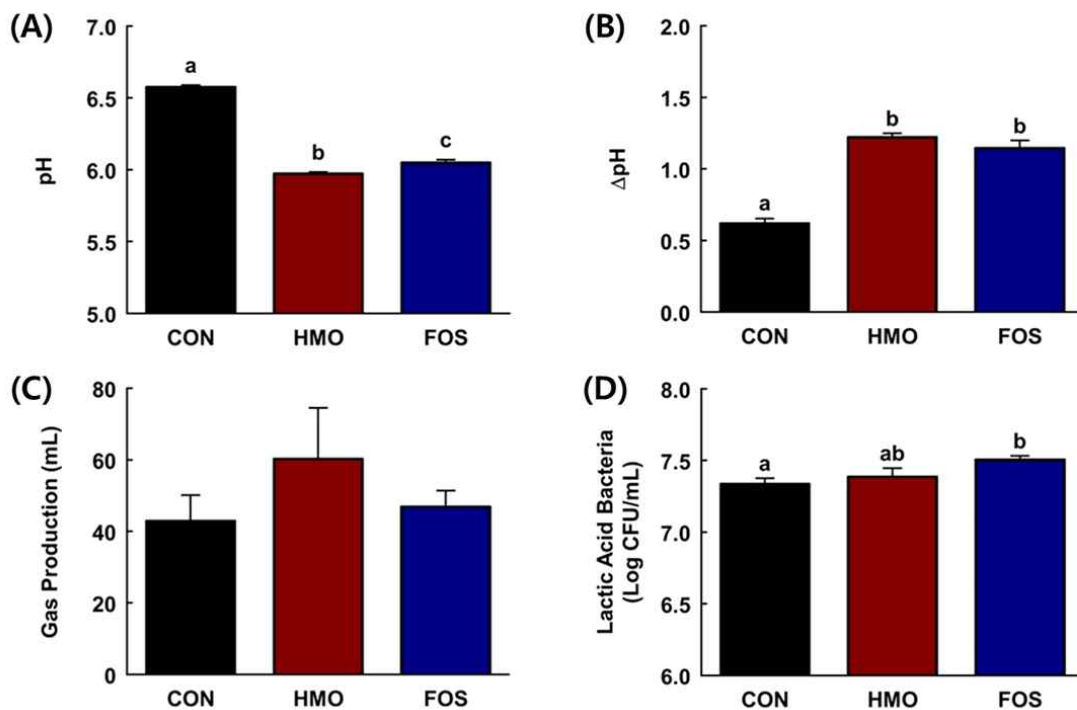


그림 116. In vitro fermentation 결과.

(A) pH, (B) pH 변화량, (C) Gas 생성량, (D) 유산균 생균수

○ 올리고당을 소화 효소 처리하여 장내 소화에 의한 영향을 재현하고, 순도가 낮은 시료도 소화 효소 처리 후 건조 중량으로 보정하여 재실험을 진행하였다(그림 117). pH는 실험군들 사이의 유의적인 차이가 나타나지 않았으며 변화량으로 환산하여도 차이는 나타나지 않았다. 또한, 각 올리고당을 혼합한 실험군의 gas 생성량이 증가하는 경향을 나타내었지만 실험군들 사이의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 생균수 측정 대신 흡광도 값으로 균수를 비교하였으나, 실험군 사이의 차이는 나타나지 않았다.

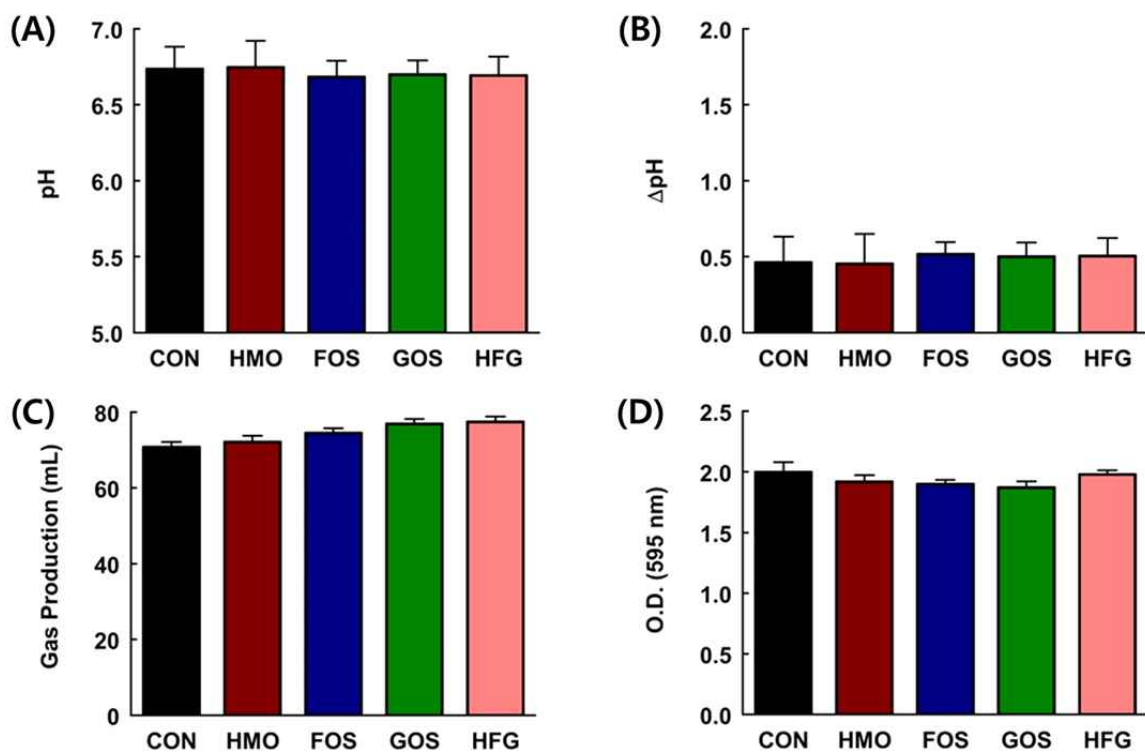


그림 117. In vitro fermentation 결과.

(A) pH, (B) pH 변화량, (C) Gas 생성량, (D) 유산균 배양액 흡광도

○ 올리고당 조합 및 첨가에 의한 효과는 소화 단계를 거친 후에는 재현성 및 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 in vivo 실험에서의 올리고당의 급여량을 조정하여 진행하였다.

나. In vivo 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증

○ 실험의 설계는 BB-12 또는 올리고당(GOS, FOS, HMO)의 유·무와 조합에 따른 효과 및 HMO의 안전성을 검증하는 것에 그 의의를 두고 있다. 유산균 및 올리고당의 섭취량은 이유자돈을 이용한 실험에 자주 사용하는 농도로, 식이 섭취량 대비 각각 0.1% 와 4%를 급여하였다(유산균의 총 CFU = 3.0×10^9 /g)(표 84).

표 88. 이유자돈 실험군

Group	Probiotics	Prebiotics
A	-	-
B	BB-12	-
C	BB-12	HMO
D	-	HMO
E	-	HMO + FOS + GOS

○ 본 실험에서는 각기 다른 올리고당의 순도 보정 후에 dextrin을 첨가하여 각 실험군 사이의 총 당 함량을 통일하였다(표 85).

표 89. 실험동물 급여량 (Diet 대비 %)

Group	HMO	GOS	FOS	BB-12	Dextrin	Total
A	-	-	-	-	5.4	5.4
B	-	-	-	0.1	5.3	5.4
C	0.5	-	-	0.1	4.8	5.4
D	0.5	-	-	-	4.9	5.4
E	0.5	4.66	1.4	-	-	5.4

- 실험동물은 3원교잡종 [(Landrace × Yorkshire) × Duroc] (평균 체중 7.42 ± 1.06 kg) 4주령을 이용하였으며, 각 실험군의 개체 수는 5마리로 진행하였다.
- 실험 기간은 총 10주로 진행하였으며, 시료의 급여는 6주간 실시하였다. 급여 종료 후 분변 샘플을 채취하여 균총의 변화를 확인하였으며, 급여기간 동안의 혈액 샘플을 채취하여 혈액 분석 및 빌리루빈 농도 측정을 실시하였다(그림 118).

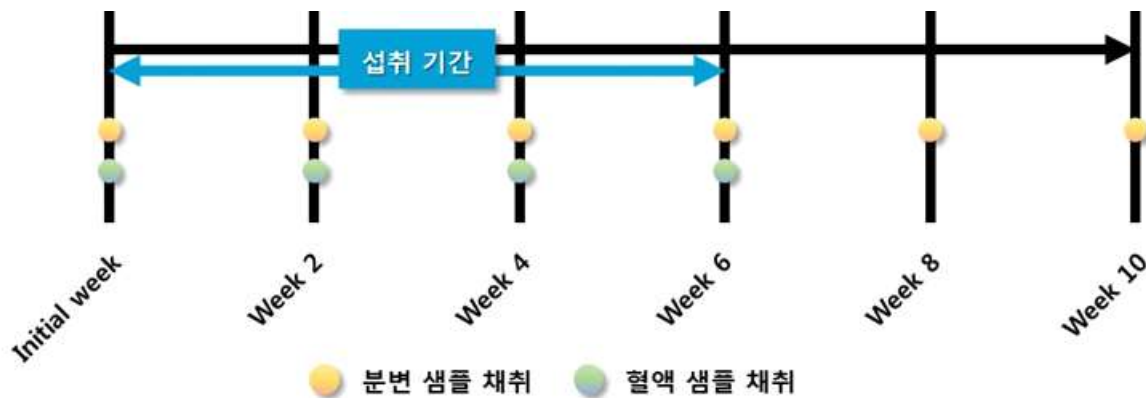


그림 118. 실험기간 및 샘플 채취 시점.

(1) 이유자돈의 성장 지표

- 실험동물의 성장 지표는 일당증체량(ADG; Average daily gain), 일당사료섭취량(ADFI; Average daily feed intake) 및 사료효율(G/F; Gain/Feed)산출을 통해 확인하였다.
- 일당사료섭취량에 있어서는 시험 2주차에 C 실험군이 E 실험군에 비해 유의적으로 높게 나타난 것 이외의 다른 차이는 나타나지 않았다(표 86).

표 90. 유산균 및 올리고당 조합에 의한 이유자돈의 성장 지표 변화

Items	A	B	C	D	E	SEM ²
Body weight, kg						
Initial	7.10	7.11	7.11	7.11	7.10	0.01
Week 2	11.59	11.52	11.68	11.44	11.49	0.11
Week 4	17.27	17.09	17.21	17.16	17.13	0.20
Week 6	24.10	23.99	24.36	24.11	24.05	0.30
Week 8	31.96	32.12	32.43	32.28	32.03	0.38
Week 10	41.02	41.50	41.77	41.79	41.33	0.48
Week 2						
ADG, g	320	315	326	309	313	8
ADFI, g	431 ^{ab}	424 ^{ab}	436 ^a	423 ^{ab}	419 ^b	5
G/F	0.743	0.742	0.749	0.730	0.746	0.021
Week 4						
ADG, g	406	398	395	409	403	9
ADFI, g	628	619	625	635	630	9
G/F	0.646	0.643	0.632	0.644	0.640	0.015
Week 6						
ADG, g	488	493	511	496	494	11
ADFI, g	829	831	854	837	836	18
G/F	0.589	0.593	0.599	0.593	0.591	0.018
Week 8						
ADG, g	561	580	576	581	570	11
ADFI, g	1087	1095	1097	1100	1101	23
G/F	0.517	0.530	0.525	0.528	0.518	0.014
Week 10						
ADG, g	647	671	668	679	664	15
ADFI, g	1337	1345	1352	1387	1352	60
G/F	0.484	0.499	0.494	0.489	0.491	0.027
Overall						
ADG, g	485	491	495	495	489	7
ADFI, g	862	863	873	876	868	15
G/F	0.562	0.569	0.567	0.565	0.564	0.014

¹Abbreviation: A, Basal diet + 5.40% Dextrin; B, Basal diet + 0.10% BB-12 + 5.30% Dextrin; C, Basal diet + 0.50% HMO + 0.10% BB-12 + 4.80% Dextrin; D, Basal diet + 0.50% HMO + 4.90% Dextrin; E, Basal diet + 0.50% HMO + 4.66% GOS + 1.40% FOS.

²Standard error of means.

^{a,b}Means in the same row with different superscript differ significantly (P<0.05).

(2) 이유자돈의 분변 지수

- 분변 지수는 급여 개시부터 2주마다 분변의 특성을 관찰하여 그 성질에 따라 수치화 하였다. 분변의 상태는 모두 일반적인 성상을 나타내었으며, 분변 지수 또한 실험군 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다(표 87). 이는 시료 섭취에 의한 부작용이 나타나지 않았음을 의미한다.

표 91. 유산균 및 올리고당 급여에 의한 분변 지수 변화

Items	A	B	C	D	E	SEM ²
Fecal score ³						
Initial	3.30	3.33	3.34	3.39	3.34	0.03
Week 2	3.27	3.29	3.29	3.30	3.30	0.04
Week 4	3.26	3.27	3.26	3.30	3.27	0.04
Week 6	3.26	3.24	3.27	3.27	3.23	0.05
Week 8	3.21	3.24	3.26	3.27	3.26	0.04
Week 10	3.20	3.24	3.24	3.23	3.23	0.04

¹Abbreviation: A, Basal diet + 5.40% Dextrin; B, Basal diet + 0.10% BB-12 + 5.30% Dextrin; C, Basal diet + 0.50% HMO + 0.10% BB-12 + 4.80% Dextrin; D, Basal diet + 0.50% HMO + 4.90% Dextrin; E, Basal diet + 0.50% HMO + 4.66% GOS + 1.40% FOS.

²Standard error of means.

³Fecal score = 1 hard, dry pellet; 2 firm, formed stool; 3 soft, moist stool that retains shape; 4 soft, unformed stool that assumes shape of container; 5 watery liquid that can be poured.

(3) 이유자돈의 혈액 지표

- 혈액 지표는 급여 개시부터 2주마다 혈액을 채취하여 백혈구(WBC; White blood cell), 적혈구(RBC; Red blood cell), 림프구(lymphocyte), 코티솔(cortisol), 에피네프린(epinephrine), 노르에피네프린(norepinephrine)을 분석하였다.
- 시험 2주차에 B 실험군이 C 실험군보다 WBC가 높게 나타난 것 이외에는 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다(표 88).

표 92. 유산균 및 올리고당 조합에 의한 이유자돈의 혈액 지표 변화

Items	A	B	C	D	E	SEM ²
Initial						
Cortisol, ug/dL	1.91	1.93	1.76	1.89	1.85	0.22
IgG, mg/dL	191	192	167	185	193	15
WBC, 10 ³ /μl	23.27	23.27	24.86	24.08	23.09	1.23
RBC, 10 ⁶ /μl	1.9	2	1.99	1.85	1.89	0.24
Lymphocyte, %	50.38	48.28	50.93	50	51.15	3.06
Week 2						
Cortisol, ug/dL	2.04	1.92	2.04	1.83	1.98	0.22
IgG, mg/dL	198	201	190	203	200	17
WBC, 10 ³ /μl	23.29 ^{ab}	24.86 ^a	22.47 ^b	24.41 ^{ab}	24.30 ^{ab}	0.7
RBC, 10 ⁶ /μl	2.15	1.96	1.95	2.18	2.06	0.19
Lymphocyte, %	51.64	54.93	56.12	54.73	54.14	2.68
Week 4						
Cortisol, ug/dL	2.13	2.14	2.04	2.08	1.97	0.18
IgG, mg/dL	204	208	204	207	211	17
WBC, 10 ³ /μl	22.55	21.66	23.69	23.35	24.4	0.87
RBC, 10 ⁶ /μl	2.17	2.11	1.89	2.07	1.93	0.2
Lymphocyte, %	51.78	54.2	53.7	55.15	50.9	2.8
Week 6						
Cortisol, ug/dL	2.16	2.07	2	2.06	2.1	0.22
IgG, mg/dL	215	215	214	220	218	18
WBC, 10 ³ /μl	24.1	24.75	22.35	22.4	22.82	0.85
RBC, 10 ⁶ /μl	2.11	2.17	2.06	2.16	2.01	0.26
Lymphocyte, %	53.88	56.4	53.98	57.13	55.28	2.55
Week 8						
Cortisol, ug/dL	2.1	2.13	2.17	2.21	2.23	0.12
IgG, mg/dL	220	224	228	222	231	15
WBC, 10 ³ /μl	24.33	24.03	23.36	22.49	24.03	1.28
RBC, 10 ⁶ /μl	2.28	2.23	2.15	2.22	2.24	0.22
Lymphocyte, %	54.68	55.74	56.36	55.94	54.02	2.8
Week 10						
Cortisol, ug/dL	2.19	2.26	2.24	2.23	2.26	0.18
IgG, mg/dL	231	225	239	229	230	15
WBC, 10 ³ /μl	26.48	25.66	23.35	24.51	24.84	1.28
RBC, 10 ⁶ /μl	2.3	2.38	2.35	2.32	2.34	0.18
Lymphocyte, %	58.2	57.3	59.63	60.78	59.78	3.18

¹Abbreviation: A, Basal diet + 5.40% Dextrin; B, Basal diet + 0.10% BB-12 + 5.30% Dextrin; C, Basal diet + 0.50% HMO + 0.10% BB-12 + 4.80% Dextrin; D, Basal diet + 0.50% HMO + 4.90% Dextrin; E, Basal diet + 0.50% HMO + 4.66% GOS + 1.40% FOS.

²Standard error of means.

^{a,b}Means in the same row with different superscript differ significantly (P<0.05).

(4) 이유자돈의 분변 내 미생물

○ 급여 종료 시(6주차)에 분변을 채취하여 *Lactobacillus*, *E. coli*, Bifidobacteria, Enterobacteria의 생균수를 확인하였으며 모든 실험군 사이의 생균수는 유의적인 차이가 나타나지 않았다(표 89).

표 93. 유산균 및 올리고당 급여에 의한 분변 내 미생물 변화

Items	A	B	C	D	E	SEM ²
Week 6						
<i>Lactobacillus</i>	7.24	7.31	7.42	7.47	7.35	0.08
<i>E.coli</i>	5.92	5.87	5.84	5.83	5.9	0.06
Bifidobacteria	8.99	9.03	9.08	9.06	9.04	0.03
Enterobacteria	7.61	7.69	7.76	7.74	7.67	0.08

¹Abbreviation: A, Basal diet + 5.40% Dextrin; B, Basal diet + 0.10% BB-12 + 5.30% Dextrin; C, Basal diet + 0.50% HMO + 0.10% BB-12 + 4.80% Dextrin; D, Basal diet + 0.50% HMO + 4.90% Dextrin; E, Basal diet + 0.50% HMO + 4.66% GOS + 1.40% FOS.

²Standard error of means.

^{a,b}Means in the same row with different superscript differ significantly (P<0.05).

(5) 이유자돈의 혈중 빌리루빈 농도

○ 급여 개시부터 종료 시(6주차)까지 2주마다 혈액을 채취하여 혈중 빌리루빈(bilirubin) 농도를 측정하였다(그림 119). 혈중 빌리루빈 농도는 영·유아의 초기 황달에 관련된 지표로서, 혈중 빌리루빈 농도가 증가하면 황달 위험성이 높아지는 것으로 알려져 있다.

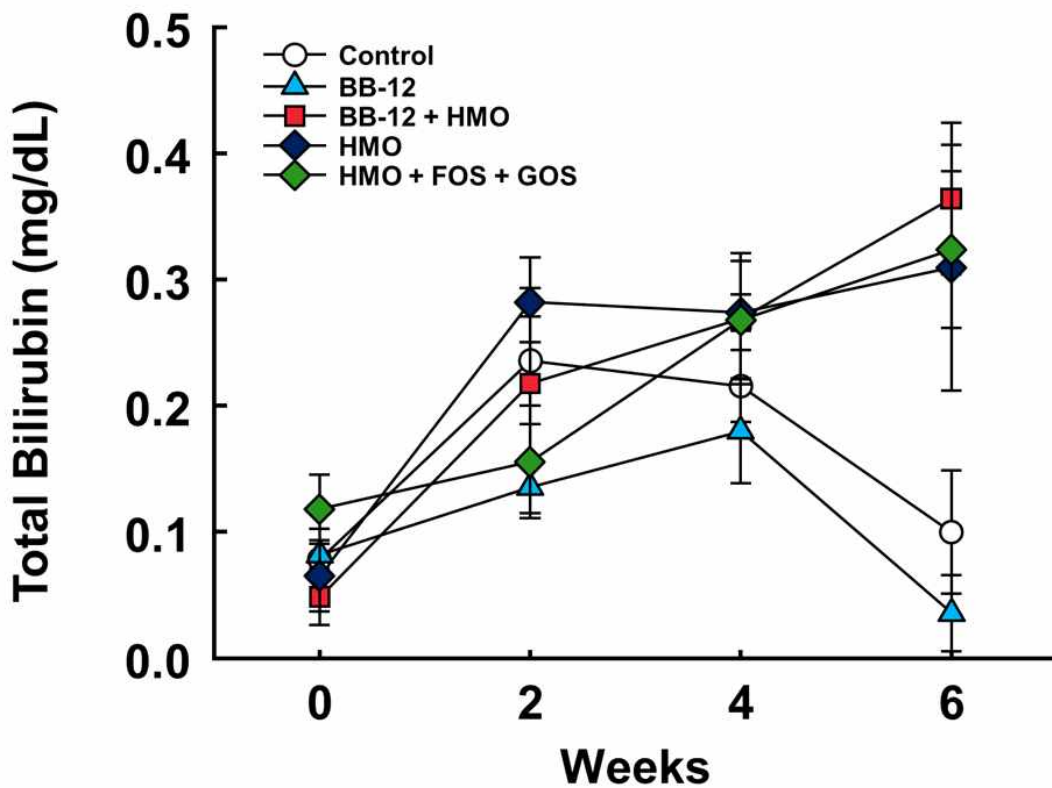


그림 119. 급여 기간 중 혈중 빌리루빈 농도.

○ 모든 실험군의 빌리루빈 농도는 낮은 범위에서 확인되었으며, 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 유산균 또는 올리고당이 장내 미생물의 빌리루빈 대사에 미치는 부작용은 없는 것으로 판단된다.

PART V 대중국 수출용 조제분유의 생산단계 안전성 확보 기술 개발

[제 2협동: 고려대학교 이민석 교수]

8. 조제분유의 안전관리 위험요소 분석 및 제어전략 수립

8.1. 조제분유 안전관련 국제 이슈 및 위험요소 분석

8.1.1. 국내외 조제분유 안전 관련 자료 분석을 통한 위험요소 도출

- 조제분유 안전성 확보 방안 도출을 위해서는 국내외 학술저널·유관기관·언론기관이 제공하는 최신 자료의 다각적인 수집 및 분석을 통하여 주요·신규 위험요소의 파악이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 조제분유 안전이슈와 관련된 국내외 학술저널·유관기관·언론기관 제공 자료를 분석하여 안전관리의 방향을 결정하고자 하였다.
 - ☑ 국내외 최신 동향을 바탕으로 물리·화학·생물학적 위험요소 조사 분석
 - ☑ 위험요소 관련 이슈해결을 위한 조제분유 내 위험요소 제어 연구 분야 도출

- 중국 수출용 조제분유에 대한 미생물학적 안전관리 측면의 분석 결과를 기반으로 관리가 요구되는 주요 위험요소를 선정하였으며, 본 과제에서는 특히 위해에 대한 연구가 미진한 항목을 선정하여 추가적인 정보 수집 및 시험 연구를 통한 체계적인 관리 방안을 마련하고자 하였다(그림 121).



그림 121. 조제분유 안전관리 위험요소 분석 연구 수행 개요.

8.1.1.1. 학술 자료 분석을 통한 주요 위험요소 선정

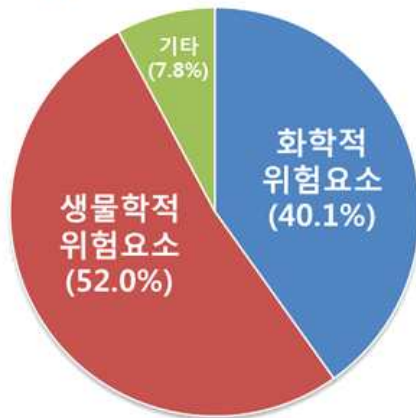
○ 조제분유의 안전성과 관련된 학술 자료의 분석을 통해 조제분유의 위험요소 및 제어 전략에 대한 연구 현황을 파악하고자 하였으며, 특히 실질적으로 수출 장벽으로 작용할 수 있는 중국 법규 명시 기준 항목들에 대한 연구 주제를 도출하였다(그림 122).



그림 122. 조제분유 안전 관련 중국 법률(GB-10765)에 제시된 관리 대상 위험요소.

○ 최근 10년(2005-2015) 간 조제분유의 안전성과 관련된 학술 문헌을 수집하고(학술문헌 종합 분석 데이터베이스 이용[Google scholar; 검색어: infant formula safety]), 연관성을 중심으로 한 선별 과정을 거쳐 총 421개 자료를 분석하였다(그림 123).

(A) 위험요소 분류별



(B) 문헌 주제별

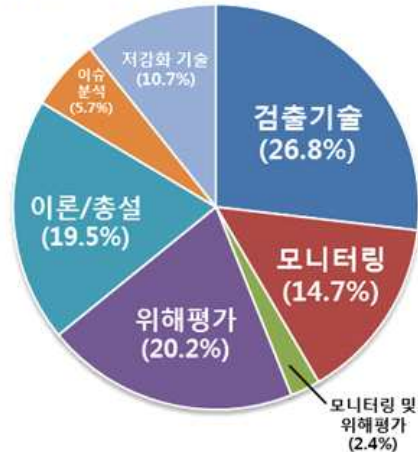


그림 123. 최근 10년(2005-2015) 간 조제분유 안전성 관련 학술 문헌 자료의 (A) 위험요소 분류별, (B) 문헌 주제별 분포.

○ 조제분유의 화학적 위험요소 및 생물학적 위험요소의 종류는 아래 그림 124와 같으며, 상기에 제시된 중국 수출용 조제분유 대상 관리 항목(유해 금속, 곰팡이 독소, 질산염, 아질산염, *S. aureus*, *C. sakazakii*, *Salmonella* spp.)이 포함된다.

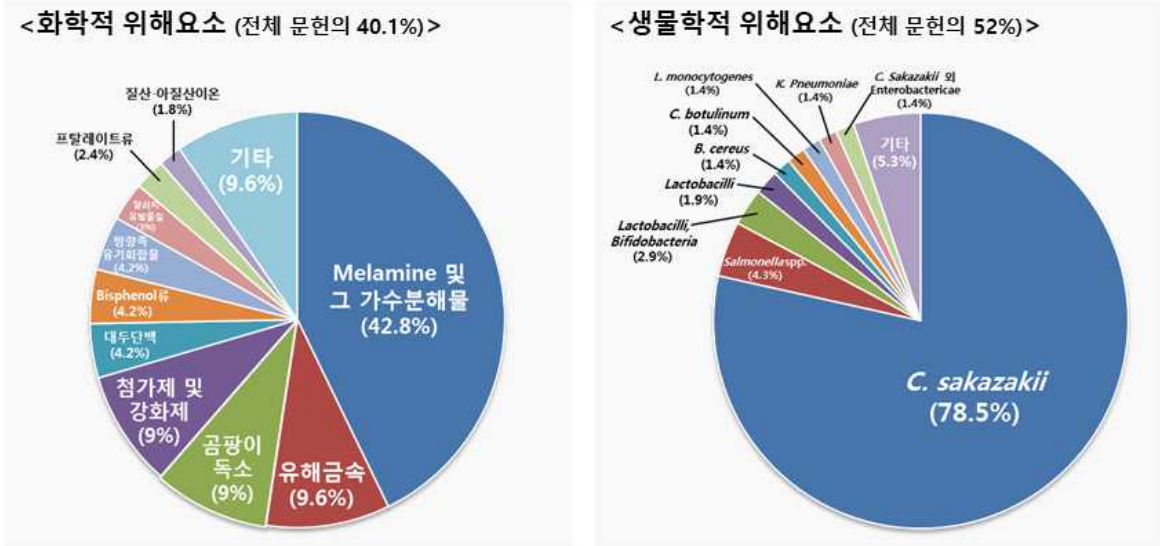


그림 124. 조제분유의 안전성 관련 학술 자료 분석 결과 확인된 화학·생물학적 위험요소 (기타 화학적 위험요소: Perchlorate, 잔류살충제, 잔류농약, 잔류항생제, Acrylamide, Fluoride, Dicyandiamide, 트랜스지방, 방사성 물질, 잔류동물용 의약품, Perfluorinated compounds, Perfluoroalkyl substances, brominated flame retardants) (기타 생물학적 위험요소: *Francisella tularensis*, *Leuconostoc*, *Pantoea agglomerans*, *Acinetobacter baumannii*, *Shigella* spp., *Citrobacter freundii*).

○ 이 중 중국 수출 품목 대상 안전성 검증을 위한 중국 법률(GB-10765)에 제시된 위험요소를 주제로 한 연구의 현황을 분석하였으며, 본 과제를 통한 안전관리 전략 제시가 요구되는 주요 연구 분야를 도출하였다.

- ☑ 납 등 유해금속과 진균독소의 경우 완제품을 대상으로 한 모니터링 연구가 주로 수행되었으며, 원료 및 최종 제품의 철저한 검수를 통한 관리 방안이 제시되고 있다.
- ☑ 질산염 및 아질산염은 조제분유의 생산 단계를 대상으로 한 연구가 부재하기 때문에 위해 정보 분석과 함께 관리 방안 마련을 위한 기반 연구의 수행이 요구되었다.
- ☑ 미생물 기준의 경우 대부분 *C. sakazakii*를 대상으로 하며 모니터링과 위해분석, 검출 및 제어 기술 등 다양한 분야의 연구가 수행되었다. 그러나 아직 명확한 오염 경로가 밝혀지지 않아 최종 제품을 대상으로 효율적인 검출 기술의 개발 및 적용이 우선적으로 필요하다.

○ 각 위험요소 항목별 결과 분석 내용은 아래와 같다.

○ 유해 금속(표 90): 납, 니켈, 망간, 바륨, 비소, 수은, 알루미늄, 카드뮴, 크롬 등에 대한 제품 내 함량 모니터링 연구가 주로 수행되었다. 이 중 대부분은 중금속으로 영유아 체내 축적 및 독성 반응 발생이 주로 문제가 되고 있으며 발병 기작과 증상은 종류 별로 다양하게 보고되어 있다.

표 94. 유해 금속 관련 학술 자료 - 모니터링 결과

시료	분석 대상	주요 내용	참고자료
모유수유 또는 분유수유 아기의 임상 시료	비소	소변 중 0.17-2.9 µg/L 검출 분유를 수유하는 아기에게서 모유수유를 하는 아기의 최대 7배 검출	Carignan et al. (2015)
분유	카드뮴, 니켈, 망간, 납	카드뮴: 40.3 - 58.0 µg/kg 니켈: 4479.1 - 6415.0 µg/kg 망간: 2300 - 4875 µg/kg 납: 31.83 - 31.85 µg/kg	Mehrnia & Bashti (2014)
우유와 분유	알루미늄	검사한 전 샘플(검출률 100%)에서 100-430 µg/L 검출	ChuChu et al. (2013)
영·유아용 식품	수은	곡류제품에서는 0.50 µg/kg, 분유에서는 0.50 µg/kg, 유아식에서는 0.40 µg/kg 검출	Martins et al. (2013)
분유	구리, 납, 비소, 철, 청산, 크롬	검사한 전 제품(검출률 100%)에서 허용치 이내의 중금속 검출 청산의 경우 0.21-0.62 ppm 검출	Johnson & Samson (2013)
영유아용 식품	납, 니켈, 바륨, 비소, 수은, 안티몬, 알루미늄, 코발트, 카드뮴	분석 대상 중 바륨, 니켈, 카드뮴 외에는 detection limit(0.32 µg/100g) 이하로 검출 바륨: 최대 29 µg/100 g 이하 니켈: 41 µg/100g 이하 카드뮴: 2 µg/100g 이하	Zand et al. (2012)
영유아용 식품	납, 비소, 안티모니, 우라늄, 카드뮴	납, 비소, 우라늄, 카드뮴의 경우 모유수유보다 영유아용 식품에서 더 많이 검출	Ljung et al. (2011)
분유	알루미늄, 카드뮴, 납	알루미늄: 1070 - 2170 µg/kg 카드뮴: 10.5 - 34.4 µg/kg 납: 28.7 - 119 µg/kg	Kazi et al. (2009)
분유	납	허용치(20 µg/L)이하의 농도 검출	Blasco & Galindo (2005)

○ 곰팡이 독소(표 91): 아플라톡신, 오크라톡신, 푸모니신 등과 그 대사체들이 문제가 되며 섭취할 경우 간독성, 돌연변이, 암을 유발할 수 있다. 아플라톡신은 열에 강한 안전성을 지니고 있어서 분유의 살균 공정에서도 파괴되지 않고 잔존하기 때문에 원료인 우유가 곰팡이 독소에 오염되어 있을 경우 최종 제품에 잔류한다. 성인에 비해 몸무게가 적은 영유아의 경우 소량의 노출에도 심각한 영향을 받을 수 있다.

표 95. 곰팡이 독소 관련 학술 자료 - 모니터링 결과

시료	분석 대상	주요 내용	참고자료
우유 및 액상분유	Aflatoxin M ₁	우유: 511-809 ng/L 액상분유: 501-713 ng/L	Kanungo & Bhand (2014)
영유아용 식품	23가지 mycotoxin	곡물 기반 영유아용 식품에서 높은 검출률 : Enniatin B 최대 832 µg/kg 검출되었음	Juan et al. (2014)
UHT 우유와 분유	Aflatoxin M ₁	UHT 우유: 총 41개 제품 중 3개의 제품에서 기준치(50 ng/L) 초과 분유: 불검출	Kocasari (2014)
유아용 우유와 분유	Aflatoxin M ₁	32개 제품(검출률 38.1%, total n=84)에서 0.0055-0.0201 µg/kg 수준 검출	Demirhan & Yentur (2014)
분유	Aflatoxin M ₁	검사한 전 제품(검출률 100%, total n=30)에서 0.1-0.92 µg/kg 수준 검출	Londono et al. (2013)
분유	Fusarium mycotoxin(ENs, FUS, BEA)	ENs: 6.3-149.6 mg/kg FUS: 0.7-1.7 mg/kg이었음 BEA: 불검출	Serrano et al. (2012)
분유	Aflatoxin M ₁ , Ochratoxin A	Aflatoxin M ₁ : 0.016-0.022 µg/kg Ochratoxin A: 0.017-0.184 µg/kg	Kabak (2012)
분유	Aflatoxin M ₁ , Ochratoxin A	Aflatoxin M ₁ : 25 ng/L 수준 Ochratoxin A: 35.1-689.5 ng/L	Meucci et al. (2010)
분유	Aflatoxin B ₁ , Aflatoxin M ₁ , Ochratoxin A	Aflatoxin B ₁ : 0.10-6.04 ppb Aflatoxin M ₁ : 0.06-0.32 ppb Ochratoxin A: 0.27-4.50 ppb	Baydar et al. (2007)

- 질산염, 아질산염(표 92): 아질산염의 직접 섭취 또는 질산염의 섭취 후 영유아 체내에서의 아질산염 변환 등은 메트헤모글로빈혈증 및 청색증의 원인이 되는 것으로 보고되고 있다. 기존 발병 사례들의 경우 분유 수화에 이용되는 용수나 식수 내 질산염 오염이 그 원인으로 제시되었으며, 아질산염의 섭취에 의한 실질적인 위해 수준에 대해서는 지속적인 연구가 필요하다. 분유와 관련된 연구 사례는 모니터링을 통한 분유 오염 정도 분석에 한정되어 있다.
- ☑ 모니터링 관련(표 92): 분유 내 질산염 및 아질산염 오염도를 분석한 결과 연구 사례별 및 대상 샘플별로 상이한 검출 수준이 확인되었으며, 아질산염의 경우 주로 불검출 사례가 보고된 바 있다.

표 96. 질산염, 아질산염 관련 학술 자료 - 모니터링 결과

시료	분석 대상	주요 내용	참고자료
모유, 분유,	Nitrate, nitrite	모유: nitrate 13.6 μM, nitrite 0.07 μM 분유: nitrate 43 μM, nitrite 0.28 μM	Jones et al. (2014)
분유	Nitrate, nitrite	nitrate 0.022-0.035 μg/mg, nitrite 불검출	Odhiambo et al. (2014)
우유, 분유	Nitrate, nitrite	nitrate 0.3-417.7 ppm (평균: 92.7 ppm), nitrite 불검출	Yeh et al. (2013)

- ☑ 본 과제의 분석 범위 외 문헌에서도 질산염 및 아질산염의 분유 오염 수준 조사 사례가 보고되고 있다(표 93).

표 97. 질산염, 아질산염 관련 학술 자료 - 모니터링 결과

시료	분석 대상	주요 내용	참고자료
분유	Nitrate, nitrite	분유 : nitrate 5.555 mg/L, nitrite 0.203 mg/L 분유(0-6개월용) : nitrate 5.520 mg/L, nitrite 0.201 mg/L 분유(6-12개월용) : nitrate 5.416 mg/L, nitrite 0.199 mg/L	Piston et al. (2011)
분유	Nitrate, nitrite	nitrate 6.41-28.06 μg/g, nitrite 0.11-0.73 μg/g	Gapper et al. (2004)

- *C. sakazakii*: 조제분유의 주요 생물학적 위험요소로 영유아 감염 시 균혈증, 뇌수막염, 장염 등을 유발해 심각한 경우 사망을 일으키기도 한다. FAO/WHO에서는 조제분유와 관련된 미생물 중 가장 고위험군인 category A로 분류하여 관리하고 있다.
- ☑ 모니터링 관련(표 94): 제품 중 정성 분석 및 분리균주의 동정 또는 최확수법(most probable number, MPN) 기반의 정량분석이 수행되었다. 또한 생산공정별 모니터링을 통한 주요 관리 필요 단계 및 환경에 대한 연구가 수행된 바 있다.

표 98. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 모니터링 결과

시료	주요 내용	참고자료
완제품을 포함한 분유 생산공정	분유 생산공정 중 spray drying, fluidized bed drying, packing 단계에서 주로 검출	Fei et al. (2015)
분유	4개 제품(검출률 3.2%, total n=125)에서 검출	Mardaneh & Dallal (2014)
분유	29개 제품(검출률 30%, total n=99)에서 <i>C. sakazakii</i> , <i>C. malonaticus</i> , <i>C. mytjensii</i> 평균 0.54 MPN/100 g 검출	Santos et al. (2013)
분유	4개 제품(검출률 40%, total n=10)에서 검출	David et al. (2013)
분유	13개 제품(검출률 6.3%, total n=206)에서 0.30-0.94 MPN/100 g 검출	Quan et al. (2013)
분유	9개 제품(검출률 0.56%, total n=1,601)에서 검출	Wuet al. (2013)
유제품	12개의 제품(검출률 24%, total n=50)에서 검출	El-Gamal et al. (2013)
분유	리콜 된 분유 중 42%의 제품에서 검출	Jongenburger et al. (2011)
분유 생산공정	대상 생산공정 14개 지점(검출률 40%, total n=35)에서 청소기 내부의 먼지에서 가장 높은 검출률을 보임	Reich et al. (2010)
분유	88개 분유와 99개 유아식에서 총 11종의 균주 분리	Zheng et al. (2008)
분유	2개 제품(검출률 23%, total n=8)에서 검출	Shaker et al. (2007)
분유	22개 중 4개 제품에서 검출	Witthuhn et al. (2007)
분유	11개 제품(검출률 5.2%, total n=212)에서 검출	Xiumei (2006)
분유	11개 제품(검출률 12.6%, total n=87)에서 검출	Liu et al. (2005)

☑ 위해평가 관련(표 95): 배양 환경에 의한 성장 특성(생체물량, 성장률, 바이오필름 형성 특성, 유동성 특성 등), 스트레스 저항성(열저항성, 건조저항성 등) 및 병원성 변화 관련 연구와 제품으로부터 분리균주를 확보하고 gene sequencing을 통한 유전적 다양성 및 분자생물학적 특성을 규명한 연구가 주로 수행되었다. 이 외 신생아 뇌막염 등 질병과의 연관성, 다양한 열처리 및 건조 환경에서의 생존 특성에 대한 연구가 수행된 바 있다.

표 99. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 위해특성 분석 결과

시료	주요 내용	참고자료
분유	Strain ST-1는 28, 37°C에서 강한 바이오필름을 생성 Strain ST-4는 높은 유영 활성	Yan et al. (2015)
분유	1.50% MgCl ₂ 와 0.25% CaCl ₂ 에서 최고 생체물량	Ye et al. (2015)
분유	분유제조 물의 온도보다 냉각 속도가 더 중요한 요인으로 작용 수돗물을 이용한 저속 냉각방법이 냉수를 이용한 고속냉각방법보다 <i>C. sakazakii</i> 의 저감에 더 효과적임.	Huertas et al. (2015)
분유	<i>C. sakazakii</i> 의 genome bank 구축 및 스크리닝	Feeney et al. (2015)
균액	바이오필름의 형성, 환경 스트레스와 같은 환경·생물·물리학적 성장 요인과 병원성 간의 연관성 확인	Singh et al. (2015)
분유 생산공정	Strain ST 40, CC45의 genome sequencing	Pightling et al. (2014)
분유	<i>Cronobacter</i> genus의 sequencing 시 gyrB이 16rRNA sequencing보다 더 높은 식별력을 가지는 것을 확인	Wan-yi et al. (2013)
분유 생산공정	분유 생산공정 분리균주 동정(ST4 strain) Strain ST83과 serotype O7 및 strain ST4와 serotype O2 간 상관관계 확인	Müllere et al. (2013)
분유	분유 발효 시 <i>Cronobacter</i> spp.의 저항 능력 변화에 영향 없음 확인	Zhu (2013)
분유	Pulsed Field Gel Electrophoresis로 분리균주의 상동성 분석	Gui-hua et al. (2013)
균액	<i>C. sakazakii</i> ST4의 신생아 뇌막염에 대한 영향 평가	Joseph et al. (2011)

표 95. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 위해특성 분석 결과(계속)

시료	주요 내용	참고자료
분유	분리균주의 identical biotypes, adhesion, invasiveness factors, pulsed-field gel electrophoresis(PFGE) profiles 확인	Parra et al. (2011)
분유	Phenotypic, genotypic 특징 확인	Ye et al. (2010)
분유	건조 상태로 2년 이상의 장기간 생존 확인	Osaili et al. (2009)
분유	<i>E. sakazakii</i> strains의 열저항성의 D-values(55°C에서 1.51-14.83분, 60°C에서 0.17-2.71분, 63°C에서 0.05-0.88분)	Al-Holy et al.(2009)
액상 분유	건조, 열 스트레스는 <i>E. sakazakii</i> 열저항성의 D-value 감소에 영향을 미치나 기아와 저온 스트레스는 영향을 주지 않음을 확인	Shaker et al. (2008)
분유	모유 Enfamil Human Milk Fortifier®(모유 100 ml에 1.44 g iron, < 0.4 g carbohydrates, 1.0 g fat)의 <i>C. sakazakii</i> 억제 효과 확인	Lenati et al. (2008)
분유 원료	분유 원료 내 <i>C. sakazakii</i> 분리균주의 유전적 다양성 확인	Kim et al. (2008)
분말 우유	<i>C. sakazakii</i> 의 spraying-drying 과정 중 생존 확인	Arku et al. (2008)
균액	상대습도에 따른 생존율 비교 (100% > 23% = 43% = 68% > 85%)	Kim et al. (2008)
분유	피루브산에 의한 <i>C. sakazakii</i> 의 회복력 증가 확인	Ying et al. (2008)
액상 분유	<i>C. sakazakii</i> 의 성장률은 분유의 조성보다 조제 시 온도와 시간에 따른 영향을 크게 받음을 확인	Gurtler et al. (2007)
분유	수분활성도와 저장온도의 <i>C. sakazakii</i> 성장률에 대한 영향 확인	Gurtler et al. (2007)
분유	상당수의 병원에서 분유를 담은 병 내 <i>C. sakazakii</i> 의 다양한 요인에 의한 성장 가능성을 확인 영향 요인: 물 온도, 분유 제조 시 방 온도, 저장 온도 및 시간	Rosset et al. (2007)
분유	플라스틱 표면에서 <i>C. sakazakii</i> 의 높은 바이오필름 형성능 확인	Oh et al. (2007)
분유	분유 저장 시 19개월 이후까지 분유 내 <i>C. sakazakii</i> 의 생존 확인	Edelson-Mammel et al. (2005)
영유아용 식품	영유아용 시리얼, 우유, 분유에서 성장 특성 확인	Richards et al. (2005)
액상분유	살균제(acid, alkaline, chlorine, ethanol)에 의한 열저항성 감소 효과 확인	Osaili et al. (2008)

☑ 검출기술 관련(표 96): 면역학적 검출 기술(ELISA, nano-particle 활용 기반 immuno-chromatography 등). 유전학적 검출 기술(PCR, RT-PCR, BOX-PCR, MLST, LAMP 등), 생화학적 검출 기술(선택배지 개발) 등이 개발된 바 있다. 이 외에 PCR 조건의 최적화, 다양한 검출 기술 간 비교 연구가 수행되었다.

표 100. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 검출기술 개발 및 적용 현황

시료	주요 내용	참고 자료
분유	식품 중 <i>C. sakazakii</i> 검출을 위한 PCR 조건 최적화	Chen et al. (2015)
분유	항생제(vancomycin, cephalothin)와 탄소원(sucrose)에 의한 선택배지의 분리 효능 평가	Ling et al. (2015)
균액	Monoclonal antibody-based sandwich enzyme-linked immunosorbent assay를 이용한 enzyme-linked immunospecific assay(ELISA) 개발	Kong et al. (2015)
균액	<i>Cronobacter</i> spp.의 종 분류를 위한 gluB 유전자 활용 PCR 기술 개발	Ye et al. (2015)
유제품	<i>C. sakazakii</i> 검출 표준 PCR법의 효능 평가	Sharma & Prakash (2014)
분유	다양한 검출 기술(API, MALDI-TOF, genotypic profiling by ribotype, 생화학 시험) 간 효능 비교	Lu et al. (2014)
분유	Polyclonal 또는 monoclonal antibody를 이용한 enzyme-linked immunospecific assay(ELISA) 효능 비교	Xu et al. (2014)
분유	Silica-coated magnetic nano-particle을 이용한 16S rRNA의 immuno-chromatography 개발	Chen et al. (2014)
분유	Magnetic beads와 조합한 PCR 기술 개발	Xu et al. (2014)
분유	PCR과 matrix assisted laser desorption ionization-time of flight(MALDI-TOF) mass spectrometry의 검출능 비교	Cetinkaya et al. (2013)
분유	IgG 개발을 통한 indirect non-competitive enzyme-linked immunospecific assay(INC-ELISA) 개발	Song & Kim (2013)
균액	Multifocus sequence typing(MLST)을 통한 16S rRNA 분석 방법 개발	Hariri et al. (2013)

표 96. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 검출기술 개발 및 적용 현황(계속)

시료	주요 내용	참고 자료
분유	Immunochromatographic strip과 matrix assisted laser desorption ionization-time of flight(MALDI-TOF) mass spectrometry의 검출능 비교	Javuokova et al. (2012)
균액	Loop-mediated isothermal amplification(LAMP) 개발	Liu et al. (2012)
분유	Al-Holy-Rasco 선택배지 개발	Al-Holy et al. (2011)
균액	3사(Dupont, BioControl, Bioteccon Diagnostics) PCR 제품 검출능 비교	Fricke-Feer et al. (2011)
분유	PCR, chromogenic agar, 생화학 시험법을 활용한 검출 기술 개발	Chen et al. (2010)
분유	Amplification 조절을 통한 multiplex real-time PCR(RT PCR) 개발	Hyeon et al. (2010)
분유	효과적인 sample pooling method 개발	Miled et al. (2010)
분유	Multiplex real-time PCR(RT PCR)-based assay와 chromogenic agar를 이용한 기술 개발	Lampe & Chen (2009)
분유	16S-23S rRNA와 wzy 유전자를 이용한 DNA microarray-based 검출 기술 개발	Wang et al. (2009)
분유	Peptide nucleic acid probe를 이용한 fluorescence in situ hybridization(FISH) 개발	Almeida et al. (2009)
분유	16S-23S rRNA internal transcribed spacer를 이용한 loop-mediated isothermal amplification(LAMP) 개발	Liu et al. (2009)
분유	US FDA 공인시험법의 검출능 검증	Chen et al. (2009)
분유	중균 단계에서 chromogenic medium의 효능 평가	O'Brien et al. (2009)
균액	<i>Cronobacter</i> spp.의 종 간 구별을 위한 rpoB 유전자 활용 PCR 개발	Stoop et al. (2009)
분유	BOX-PCR의 검출능 검증	Proudy et al. (2008)

표 96. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 검출기술 개발 및 적용 현황(계속)

시료	주요 내용	참고 자료
균액	Chromogenic α-glucopyranoside를 이용한 배지 개발	Iversen et al. (2008)
균액	<i>Cronobacter</i> spp.의 종 간 구별을 위한 automated repetitive sequence based PCR 효능 평가	Healy et al. (2008)
균액	Multiple-locus variable-number tandem-repeat analysis(MLVA)의 검출능 평가	Mullane et al. (2008)
분유	TaqMan, SYBR Green의 real-time PCR(RT PCR) kit 검출능 평가	Liu et al. (2006)
분유	PCR과 oligonucleotide array assay 검출능 비교	Liu et al. (2006)
분유	Cationic-magnetic-bead capture를 이용한 검출능 평가	Mullane et al. (2006)
분유	Real-time PCR(RT PCR)의 검출능 평가	Seo & Brackett (2005)
분유 생산공정	분유 생산공정 중 <i>C. sakazakii</i> 검출을 위한 pulsed-field gel electrophoresis(PFGE)의 검출능 평가	Mullane et al. (2007)
환경 시료	NaCl과 vancomycin 첨가 lauryl sulfate tryptose broth를 이용한 검출능 평가	Guillaume-Gentil et al. (2005)
균액	96-well을 이용한 fluorogenic most-probable-number assay 검출능 평가	Oh & Kang (2005)

☑ 저감화 기술 관련(표 97): 화학적 저감화 기술로 사용된 제재로는 천연 유래 에센셜 오일, 발효유, 중쇄지방산, 박테리오신, 유기산, 라이소자임, 글라이신, EDTA, 지방산 모노글리세라이드, 락토페린, 니신 등이 있었다. 반면 물리학적 저감화 기술로는 자외선, 근적외선, 마이크로파, 초음파, 감마선, 펄스자기장 등이 개발 및 적용되었다. 또한 열과 건조 등 물리적 스트레스와 화학적 저감화 기술 간의 조합 처리 사례도 보고된 바 있다.

표 101. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 저감화 기술 개발 및 적용 현황

시료	저감화 기술	주요 내용	참고 자료
액상분유	산, 건조, 열	산(pH 2.5), 건조, 열(55-70°C, 1분) 처리에서 생존 여부 확인 대부분의 조건에서 성장 속도가 감소 64°C 이상에서 살아남지 못함을 확인	Yang et al. (2015)
균액, 액상분유	발효유	Spot-on-lawn method, agar well diffusion assay, 흡광도 측정을 통한 발효유의 제어 효과 확인 발효유 첨가(10%) 시 성장 속도 저하	Kim et al. (2015)
균액, 액상분유	에센셜오일	10개의 식물유래 에센셜오일의 항균 효과 확인 cinnamon과 fir oil을 함께 처리했을 때 3시간 후에 완전 사멸 가능 확인	Al-Nabulsi et al. (2015)
바이오필름	D-tryptophan	주사전자현미경, 공초점 현미경 등을 이용한 D-tryptophan의 바이오필름 형성 억제 효과 확인	Li et al. (2015)
액상분유	마이크로파	마이크로파(400-900 W)를 이용한 제어 효과 확인 800 및 900 W처리 시 최대 8 log CFU 저감	Pina-Perez et al. (2012)
분유	근적외선, 자외선	근적외선 가열+자외선 조사의 항균시너지효과 확인 조합 처리 시 7분 내 2.79 log CFU 저감	Ha & Kang (2014)
액상분유	천연항균물질	카프릴산, 시트르산, 바닐린 조합처리를 통한 항균시너지효과 확인 카프릴산 10 mM, 시트르산 30 mM 조합 처리 시 5분 이내 최대 7 log CFU 저감	Choi et al. (2013)
균액, 액상분유	박테리오신	<i>L. casei</i> 과 <i>L. acidophilus</i> 의 bacteriocin 효능 확인	Awaisheh et al. (2013)
균액, 액상분유	유기산	유기산 첨가 분유(acidified infant formula)의 <i>Cronobacter</i> spp. 성장 저해 Acetic, butyric, propionic acid의 저해 능력이 가장 뛰어난 것으로 확인	Zhu et al. (2013)

표 97. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 - 저감화 기술 개발 및 적용 현황(계속)

시료	저감화 기술	주요 내용	참고 자료
액상분유	항균물질	항균펩타이드, 유기산, 유화제, 글라이신, 라이소자임, 토크페롤, EDTA, milk fat globule membrane, LPOS항균 효과 확인	Oshima et al. (2012)
분유	자외선	푸리에 변환 적외선 분광법으로 자외선 조사 자외선에 의한 차이는 미미하며, 온도에 따른 저해 효과가 다름(온도가 높을수록 효능 증가)	Liu et al. (2011)
액상분유	열, 초음파	열(25, 35, 50°C)과 초음파(24.4, 30.5, 42.7, 54.9, 61 um)의 효과 확인 열과 초음파를 함께 처리하면 저해 효과 증가 Modified Bigelow type model 이용	Adekunte et al. (2010)
분유	초임계 이산화탄소	다양한 온도(63, 68, 73°C), 압력(15, 20, 25 MPa), 시간(10, 20, 30분)에서 저해 효과 확인 최적조건을 73°C, 20 MPa, 20분으로 확립	Kim et al. (2010)
분유, 액상분유	젖산, 황산구리, 모노라우린	젖산(0.1, 0.2, 0.3%), 황산구리(10, 50, 100 ug/ml), 모노라우린(1000, 2000, 3000 mg/ml)의 효과 확인	Al-Holy et al. (2009)
액상분유	Trans-cinnamaldehyde	Trans-cinnamaldehyde(0, 0.15, 0.3, 0.5%) 효과 확인 0.5%, 23, 37°C, 4시간에서 최대 6 log CFU/ml 저감	Amalaradju et al. (2009)
액상분유	Pulsed Electric Field (PEF)	PEF의 세포 sub lethal damage 확인 24시간 냉장 후 세포의 회복, 사멸 확인	Pina-perez et al. (2009)
액상분유	열, 카프릴산	중온과 카프릴산의 단독 및 조합처리 효과 확인 10 mM, 55°C, 20분에서 최대 8 log CFU/ml 저감	Jang & Rhee (2009)
액상배지, 액상분유	건조, 락토페린, 니신	건조 스트레스 후 락토페린과 니신에 대한 민감성을 액상배지와 액상분유에서 확인	Al-Nabulsi et al. (2009)
배지, 액상식품	유기산	염산, 젖산, 말산, 포름산, 인산, 시트르산, 타르타르산, 아세트산, 프로피온산의 효과 확인 프로피온산, 아세트산이 가장 낮은 MIC 나타냄 : 각각 16-31, 31-64 mM	Back et al. (2009)
액상분유, 선식	온수, 초단파 가열	온수(50-80°C)와 초단파 가열(60-120초) 효과 확인	Kim et al. (2008)

표 97. *C. sakazakii* 관련 학술 자료 중 저감화 기술 개발 및 적용 현황(계속)

시료	저감화 기술	주요 내용	참고 자료
분유	감마선 조사	10 kGy 조사 시 최대 5 log CFU/ml 저감화 <i>S. Typhimurium</i> , <i>B. cereus</i> 와 비교하였을 때 감마선에 대한 저항성이 가장 높음	Jin et al. (2008)
분말이유식	전자선 조사	D-value 4.83 kGy로 <i>S. Typhimurium</i> , <i>B. cereus</i> 와 비교하였을 전자선에 대한 저항성이 가장 높음	Hong et al. (2008)
액상분유	감마선 조사	5가지 strain에 대해 감마선 D-value 조사 결과 0.21, 0.29, 0.37, 1.06, 1.71 kGy로 다양	Osaili et al. (2007)
균액	니신, 천연항균물질	천연항균물질(카바크롤, 티몰, 유제놀, 다이아세틸, 시남산)의 효과와 니신과의 조합처리 효과 확인 카바크롤=티몰>유제놀>다이아세틸>시남산 순서로 강한 항균력을 나타냄 다이아세틸, 니신 조합이 유일하게 상승효과를 보임	Lee & Jin (2008)
액상분유	Lactoperoxidase system	LPO system을 분유에 적용 가능한 기술임을 증명 LPO 1-30 µg/ml, 37°C, 24시간 처리 시 최대 3 log CFU/ml 저감	Gurtler & Beuchat (2007)
균액 분유	감마선	D-value는 균액에서 0.22-0.27 kGy, 분유에서 0.76 kGy로 확인 5.0 kGy 조사 시 최대 9 log CFU/ml 저감	Lee et al. (2007)
균액, 액상분유	PEF	균액에서 40 kV cm ⁻¹ PEF, 360 µs 처리 시 최대 2.7 log CFU/ml 저감화	Pina-perez et al. (2007)

- *Salmonella* spp.: 조제분유를 포함한 다양한 식품류에서 지속적인 식중독 문제가 제기되어 왔으며, 식중독균에 의한 민감도가 높은 영유아에 있어 철저히 관리되어야 하는 위험요소이다. FAO/WHO에서는 조제분유에서 발견될 수 있는 유해미생물들을 발견 빈도 및 질병 유발 가능성을 고려하여 세 가지 카테고리 분류하였으며 *Cronobacter* spp.와 함께 가장 위험성이 높은 Category A로 분류된다.
- ☑ 위해특성 분석(표 98) 및 저감화 기술 개발(표 99) 관련 연구가 수행된 바 있다.

표 102. *Salmonella* spp. 관련 학술 자료 - 위해특성 분석 결과

시료	분석 결과	참고자료
분유	Desiccation tolerance를 분석하였으며 tolerance는 <i>C. sakazakii</i> > <i>Salmonella</i> > <i>E. coli</i> O157:H7 = <i>L. monocytogenes</i> 순이었음	Koseki et al. (2015)
중국 유통 분유	중국에서 유통되는 246개의 분유 중 5개의 제품이 <i>Salmonella enterica</i> 에 오염이 되어있는 것으로 나타났음	Yang et al. (2014)
분유	<i>S. dysenteriae</i> 와 <i>S. Typhimurium</i> 은 건조 환경에서 오랜 기간 동안 생존할 수 있으며 대기 환경을 질소로 치환할 경우 건조 환경에서의 생존력이 매우 높아짐	Day (2011)

표 103. *Salmonella* spp. 관련 학술 자료 - 저감화 기술 개발 및 적용 현황

시료	저감화 기술	주요 내용	참고자료
액상분유	카프릴산, 시트르산, 바닐린	카프릴산과 시트르산 또는 바닐린의 조합처리 시 7 log 이상 저감	Choi et al. (2013)
분유	감마선	20°C에서 5 kGy 이상 처리 할 경우 5 log 이상 저감	Jin et al. (2008)

8.1.1.2. 유관기관 자료 분석을 통한 주요 관리점 도출

- 조제분유 안전성의 유관 기관(국내외 13개 국가/국제기구 기관 대상)은 조제분유 생산자 및 소비자를 대상으로 조제분유의 안전성과 관련된 정보를 제공하고 있다(표 100).

표 104. 조제분유 안전성 유관기관의 국가/국제기구별 정보 검색 경로

국가 및 국제기구	기관명	사이트 주소
미국	U.S. Food and Drug Administration(FDA)	http://www.fda.gov
	U.S. Department of Agriculture(USDA) Food Safety and Inspection Service(FSIS)	http://www.hhs.gov/
	U.S. Department of Health and Human Services(HHS)	http://www.fsis.usda.gov
	Center for Disease Control(CDC)	https://www.cdc.gov/
EU	European Food Safety Authority(EFSA)	http://www.efsa.europa.eu
캐나다	Health Canada	http://www.hc-sc.gc.ca
	Canadian Food Inspection Agency	http://www.inspection.gc.ca
	Canadian Food Safety Group	http://www.canadianfoodsafety.com/
뉴질랜드	Food Standards Australia New Zealand(FSANZ)	http://www.foodstandards.gov.au
	New Zealand Food Safety Authority(NZFSA)	http://www.nzfsa.govt.nz
한국	식품의약품안전처	http://www.mfds.go.kr
	식품나라	http://www.foodnara.go.kr
홍콩	Center for Food Safety(CFS)	http://www.cfs.gov.hk/eindex.html
CODEX	Codex Alimentarius	http://www.codexalimentarius.org
WHO/FAO	World Health Organization(WHO)	http://www.who.int
	Food and Agriculture Organization(FAO)	http://www.fao.org

- 따라서 본 연구에서는 유관기관 제공 자료를 분석하여 기관별 자료 제공 형태와 주요 관심 주제를 도출함으로써 조제분유의 안전성 확보를 위한 관리점을 도출하였다.

○ 조제분유 안전관리 유관기관의 경우 일반적으로 소비자를 위한 정보를 제공하고 있어 소비 단계의 미생물학적 위해에 대한 시사점을 도출할 수 있다. 특히 가이드라인의 형태로 ‘조제분유 보관 및 사용 요령’, ‘조제분유 수화 시 주의점’, ‘조제분유 관련 도구 취급 및 보관 요령’ 등 소비자 단계에서의 안전관리 필요성을 제시한다(표 101).

표 105. 소비자의 조제분유 취급 및 사용 관련 가이드라인 주요 내용

구분	내용
----	----

미국
(FDA)

Final Step on Infant Formula Protection

- ☑ 분유 종류
- ☑ 분유 수화방법(수화에 이용되는 물의 온도)
- ☑ 수화된 분유의 보관법
- ☑ 젖병, 젖꼭지 등의 세척법



Infant formula feeding

- ☑ 분유 종류
- ☑ 영양성분 및 첨가제
- ☑ 분유의 선택, 준비, 저장, 섭취 등에 관련된 정보

미국
(USDA/FSIS)

Figure 6c: Preparation Checklist for Standard Ready-to-Feed Iron-Fortified Infant Formula (using glass or hard plastic bottles)

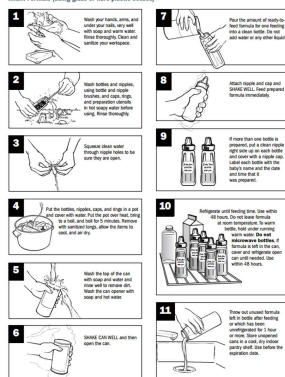


Figure 6b: Preparation Checklist for Standard Liquid Concentrated Iron-Fortified Infant Formula (using glass or hard plastic bottles)

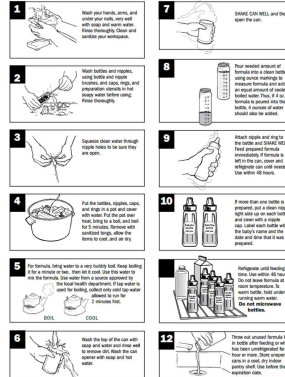


Figure 6a: Preparation Checklist for Standard Powdered Iron-Fortified Infant Formula (using glass or hard plastic bottles)

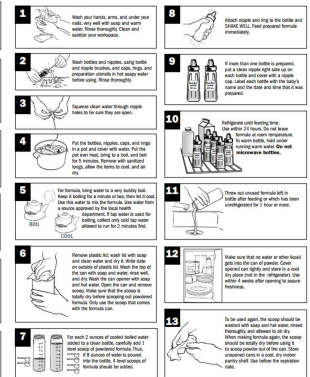


표 101. 소비자의 조제분유 취급 및 사용 관련 가이드라인 주요 내용(계속)

구분	내용
미국 (US HHS)	<p>Baby food and infant formula</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 분유에 대한 기본적인 상식 <input checked="" type="checkbox"/> 올바른 분유의 선택법 제시 <input checked="" type="checkbox"/> 분유 제조 시 유의사항

Baby Food and Infant Formula

- 분유의 일반적인 내용을 해외 기관의 URL 연결을 통해 제공하고 기본적인 안전 수칙 제공

Keeping Infant Formula Safe

- 분유를 안전하게 타는 방법에 대한 가이드 제공

Food Safety Concerns for Children Under Five

- 5살 이하 영유아에게 위험요소가 되는 식품 관련 정보 제공

EU
(EFSA)

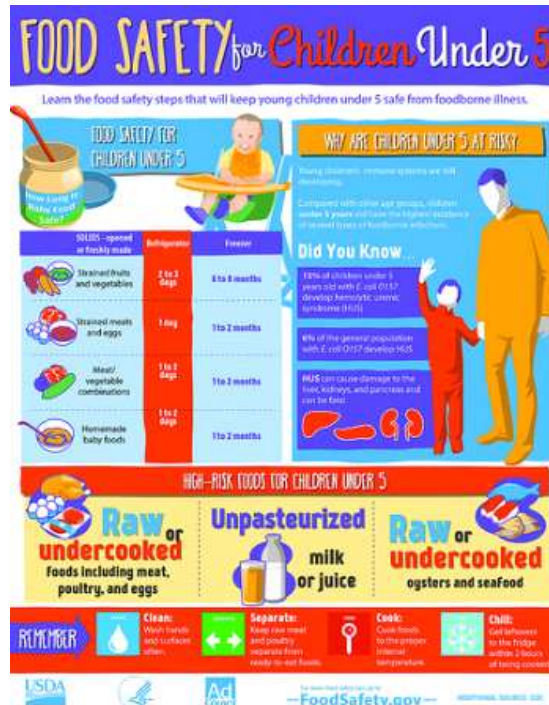


표 101. 소비자의 조제분유 취급 및 사용 관련 가이드라인 주요 내용((계속)

구분

내용

캐나다
(Health
Canada)

Infant care

- 젓병, 젓꼭지 등 도구 소독법
- 분유 수화 방법(수화에 사용되는 물의 온도 등)
- 분유 보관 방법(보관 온도, 기간 등)

Infant care

Find safety information on baby slings, strollers, bottles and pacifiers. Also learn about infant nutrition.



Baby bottles and pacifiers

Learn safe ways to feed and soothe your baby.

Baby slings and carriers

Learn how to use baby slings and carriers safely.

Strollers and carriages

Find information about choosing and using a stroller or carriage safely.

Infant nutrition

Learn about the nutrition your baby needs to grow up strong and healthy.

Infant formula

Learn about preparing and storing infant formula for safe use with your baby.

Playpens

Find tips on keeping your child safe in a playpen.

Safe feeding for infants

- 안전한 분유, 모유 수유 방법 제공

뉴질랜드
(NZFSA)

Warming infant formula

- 분유 보관, 수화, 도구 세척 방법에 대한 정보 제공

Soy-based infant formula

- Soy protein에 의한 알러지 등 위해 관련 정보 제공

뉴질랜드
(Ministry of
Health)

Feeding Your Baby Infant Formula

- 분유 선택 요령
- 젓병 등 도구 소독법
- 분유 수화 방법
- 분유 보관 방법(보관 온도, 기간 등)
- 수유 시 주의사항(재사용 금지, 수유량 등)
- 외출 시 분유 준비 방법

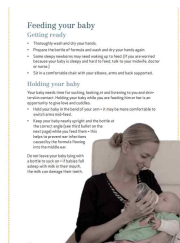
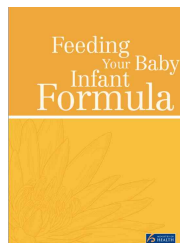


표 101. 소비자의 조제분유 취급 및 사용 관련 가이드라인 주요 내용(계속)



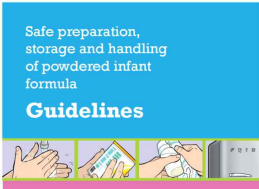


구분	내용
<p>식품안전정보포털 (식품나라)</p>	<p>시판 조제유를 먹일 때 알아들 점 영유아기에 생기기 쉬운 영양문제</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ 식품알레르기, 설사, 빈혈, 편식, 비만 등 관련 정보 제공 <p>사카자키균</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ 민감군, 주요 위해 식품, 국내외 기준 및 정책 정보 제공 <p>내분비계장애 추정물질</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ 인체 내분비계 장애 발생 가능 물질(다이옥신류, 프탈레이트, 비스페놀A, 폴리염화비닐류, 알킬페놀류) 관련 정보 제공 <p>아기의 성장발달에 맞는 영양정보</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ 생애주기별 성장발달 특징 및 식생활 정보 제공 
<p>한국 (식약처)</p>	<p>분유 먹는 아기를 위해 엄마가 알아야 할 것들</p> <ul style="list-style-type: none"> ☑ 분유 선택 요령 ☑ 분유 보관 방법(보관 환경, 기간 등) ☑ 젓병 등 도구 세척, 소독법 ☑ 분유 수화 방법(수화용 물의 온도, 분유 조제량 등) ☑ 수유 시 주의사항(온도 확인 등) ☑ 남은 분유 처리법 

표 101. 소비자의 조제분유 취급 및 사용 관련 가이드라인 주요 내용(계속)

구분	내용
<p>Codex Alimentarius</p>	<p>Guidelines for Formulated Complementary Foods for Older Infants and Young Children(CAC/GL 8-1991)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 영유아용 조제식 제조 시 공정 기준, 위생 관리, 포장법 및 표시법 등의 정보 제공 <p>Advisory Lists of Nutrient Compounds for Use in Foods for Special Dietary Uses intended for Infants and Young Children(CAC/GL 10-1979)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 영유아 대상 식품에 사용 가능한 원료 및 영양소 함량 관련 정보 제공 <p>Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae for Infants and Young Children(CAC/RCP 66-2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 조제분유 생산·유통 과정의 위생관리 수칙 관련 정보 제공 <p>Standard for Infant Formula and Formulas for Special Medical Purposes Intended for Infants(CODEX STAN 72-1981)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 의학적 특수용도 조제분유 및 조제식의 생산·유통 과정의 관리 기준 제시
<p>WHO/FAO</p>	<p>Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula Guidelines</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 분유 선택 요령 <input checked="" type="checkbox"/> 분유 준비 방법(수화용 물의 종류, 온도) <input checked="" type="checkbox"/> 수화하여 저장한 분유의 재가열 방법 <input checked="" type="checkbox"/> 도구 세척 방법 <input checked="" type="checkbox"/> 외출 시 분유 준비 방법 <input checked="" type="checkbox"/> 분유 보관 방법 및 시간 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">    </div>

○ 이와 같이 미생물학적 위해 예방을 위한 분유 취급(제조 및 보관) 가이드라인이 다수의 경로로부터 다양하게 제시되고 있는 것에 비해 수화 온도, 보관 방법 등 제조사를 통해 제공되는 지침 외 소비자의 행동에 의해서 발생할 수 있는 문제에 대한 연구는 부족한 실정이다.

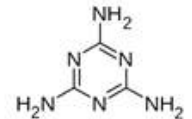
○ 따라서 본 과제에서는 유관기관 가이드라인에 기재된 소비자의 분유 취급 지침을 기준으로 [분유 보관]-[분유 수화]-[수화된 분유 취급 및 수유] 단계에서 소비자에 의해 발생할 수 있는 미생물학적 위험요소에 대한 연구를 수행하였다.

8.1.1.3. 언론보도 자료 분석을 통한 조제분유 소비자 관심 대상 위험요소 도출

○ 최근 10년(2005-2015) 간 조제분유의 안전성과 관련된 언론보도 자료는 아래 그림 133과 같으며, 앞서 학술 자료 분석을 통해 제시된 위험요소에 포함되는 주요 이슈가 발생된 바 있음을 확인하였다.

2008

- 2008. 01 ▪ 분유 내 **비스페놀 A** 검출
- FDA가 비스페놀 A가 인체에 무해하다고 밝힘에 따라 각종 언론과 학계가 이에 반박
- 2008. 03 ▪ Nestle 분유 내 철, 아연, 구리 검출로 리콜
- 2008. 04 ▪ 캐나다 분유 비스페놀 A 음성 기준 설정
- 2008. 07 ▪ 미국 분유에 의한 *C. sakazakii* 감염 사고(2명 감염)
- 2008. 08 ▪ 스페인 분유에 의한 *C. sakazakii* 감염 사고(23명 감염)
- 2008. 09 ▪ 중국 분유에 의한 **멜라민** 파동(7명 사망, 5만 4천여 명 신장결석)
- 2008. 11 ▪ FDA 분유 내 멜라민 안전 수준 설정



중국 멜라민 파문 일지	
3월	중국 번루사(반영어)의 질병관련 소비자 항의 발음
6월30일	신항일보, 번루사품의 품질검사를 요구하는 소비자 목소리 보도
8월2일	번루그룹 지분 43% 보유한 뉴질랜드 유제품업체 폰테라 문제발상 인식, 스자칭 사에 리콜요구했지만 시정안됨
9월8일	아베이 성, 시건발표
10일	중국 언론, 저질분유 사건 보도
19일	농식물부, 물고기 양식용 사료에서 멜라민 검출
22일	일본, 싱가포르, 홍콩 등 중국산 멜라민 파문 해외로 확대
24일	해태제과 미사당 카스타드, 수입과자 밀크리스크에서 멜라민 검출 식약청, 분유합유 중국산 식품 수입 잠정 중단

그림 133. 최근 10년간(2005-2015) 조제분유 안전성 관련 언론보도 자료 분포.

- 2010**
 - 2010. 08 ▪ 분유 내 **성조숙증 유발 호르몬** 파문
 - 2010. 09 ▪ Similac 분유 내 **벌레** 검출로 리콜
- 2011**
 - 2011. 12 ▪ 일본 Meigi 분유 내 **방사성 세슘** 검출
 - 2011. 12 ▪ 미국 분유에 의한 *C. sakazakii* 감염 사고
- 2012**
 - 2012. 01 ▪ 러시아에서 벨기에 분유에 의한 *Salmonella* 감염 사고
 - 2012. 02 ▪ 분유 내 **비소** 검출
 - 2012. 06 ▪ 중국 Yili 분유 내 **수은** 검출로 리콜
 - 2012. 06 ▪ 미국 내 **비스페놀 A** 금지 관련 법령 제정 재심의 신청
 - 2012. 07 ▪ 중국 후난창사야화 분유 내 **공팡이 독소(아플라톡신 M1)** 검출
- 2013**
 - 2013. 07 ▪ FDA **비스페놀 A** 음성 기준 설정
 - 2013. 08 ▪ 중국 Nutrica 분유 내 *C. botulinum* 검출로 리콜
 - 2013. 09 ▪ 분유 내 **플라스틱 수지** 검출로 리콜
 - 2013. 10 ▪ 분유 내 **알루미늄** 과량 검출
 - 2013. 10 ▪ Codex 분유 내 **납** 관련 기준 규격 설정
 - 2013. 10 ▪ 분유 내 **비타민D** 과다 위험성 제시
- 2014**
 - 2014. 04 ▪ 중국 Fonterra 분유 내 *C. botulinum* 감염 사고
 - 2014. 16 ▪ 분유 내 *B. cereus* 감염 사고
 - 2014. 07 ▪ Heinz 분유 내 **납** 검출로 리콜
- 2015**
 - 2015. 03 ▪ Amtamil 분유 내 *Campylobacter* 감염 사고
 - 2015. 06 ▪ Nestle 분유 내 **벌레** 검출



그림 133. 최근 10년간(2005-2015) 조제분유 안전성 관련 언론보도 자료(계속)

8.1.2. 조제분유의 생산-소비 전 단계 안전관리 기반 연구 분야 도출

○ 학술문헌 분석을 통해 본 과제의 주요 연구 주제를 도출하는 과정을 통해 기존 연구 내용을 확장하고 각 연구 주제별 연구 내용을 배치할 필요가 있다고 판단하였으며 최종적으로 도출된 연구 주제 및 수행 내용은 아래 그림 134와 같다.

- ☑ 미생물학적 위해 분석의 대상을 생산단계에서 생산-소비 전 단계로 확대
- ☑ 미생물 제어 기술의 범위 확대



그림 134. 본 과제를 통해 도출된 조제분유의 생산-소비 전 단계의 안전관리 기반 연구 주제 및 수행 내용.

8.1.2.1. 조제분유 생산 단계 주요 위험요소 위해 정보 제공 기반 구축

○ 조제분유의 수출 전략 수립을 위해 필수적으로 관리가 요구되는 주요 위험요소에 대한 기반 자료 확보를 위해 해당 요소별 위해 정보서를 확보하였다(그림 135, 136).

오염물질 허용기준	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 납 : 0.15 mg/kg 이하 ▶ 질산염 : 100 mg/kg 이하 ▶ 아질산염 : 2 mg/kg 	미생물 허용기준	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 균락총수 : n=5, c=2, m=1000, M=10000 ▶ 대장균군 : n=5, c=2, m=10, M=100 ▶ <i>S. aureus</i> : n=5, c=2, m=10, M=100 ▶ <i>C. sakazakii</i> : n=3, c=0, 0/100 g ▶ <i>Salmonella</i> spp. : n=3, c=0, 0/25 g
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 아플라톡신 M₁ 또는 B₁ : 0.5 ug/kg 이하 		

그림 135. 조제분유 안전 관련 중국 법률(GB-10765)에 제시된 관리 대상 위험요소.



그림 136. 조제분유 주요 위험요소별 Risk profile: (A) 납, (B) 아플라톡신, (C) 황색포도상구균, (D) 사카자키균, (E) 살모넬라.

○ 반면, 질산염/아질산염의 경우 조제분유 생산단계에서의 안전관리 전략 수립에 특화된 기반 자료 확보를 위해 기반 국내외 학술저널·유관기관·언론기관 제공 자료의 수집·분석 결과를 기반으로 위해 정보서를 제작하였다(그림 137).

- 질산염 및 아질산염은 생후 6개월 이하 영유아의 메트헤모글로빈혈증 발생 원인으로 알려져 있어 분유 및 식수에서의 관리가 매우 중요하며(표 102), 임신부의 질병에 대한 관련성도 보고된 바 있다(표 103)
- ☑ 메트헤모글로빈: 아질산이온에 의해 헤모글로빈 산화 ▶ 산소 결합 능력 상실
- ☑ 혈중 메트헤모글로빈이 고농도로 존재하여 혈색소의 갈색화 및 청색증 발생

표 106. 영유아의 메트헤모글로빈혈증에 대한 취약 원인

원인	내용
장내 pH	- 위장 내 높은 pH: 질산이온환원균의 성장에 적합
HbF	- HbF(Fetal hemoglobin): 태아형 헤모글로빈 - 영유아 헤모글로빈은 80%의 HbF와 20%의 HbA로 구성 - 성인 헤모글로빈에 비해 MetHb로 쉽게 산화
MetHb 환원 장애	- 영유아의 경우 성인에 비해 MetHb를 정상 헤모글로빈으로 전환시키는 NADH 의존성 methemoglobin reductase의 낮은 활성
감염 및 면역반응	- 감염 및 면역 반응에 의한 체내 질산이온 합성 증대 - 장염: 질산을 이용한 체내 아질산이온 생산 증가 및 대장에서의 흡수 증대

표 107. 임신부에 대한 질산염 및 아질산염의 위해 가능 요인

원인	내용
메트헤모글로빈혈증	- 임신 중 아질산염에 의한 메트헤모글로빈 생성 시 헤모글로빈으로 변화시키는 능력 감소(임신 30주차 경 위험도 증가)
생리적 빈혈 (Physiologic anemia)	- 임신 중 신체 내 산소 이용량 증가에 의한 산화 스트레스 증가 및 적혈구용적 감소(임신 30주차 경 위험도 증가)
태아 전이	- 임신부 체내로 들어온 질산염/아질산염이 태아로 전이 가능

- 현재 식이를 통한 질산염과 아질산염 섭취량은 관련 국제 규정을 통해 관리되고 있으며, 일일섭취허용량 및 식수 내 최대오염목표기준의 경우 영유아의 질병 발생 가능 수준을 근거로 설정되었다(표 104).

표 108. 질산염/아질산염 관련 국제 규정을 통해 확인할 수 있는 위해 수준

항목	관리 기관	대상	기준
분유 내 검출 허용량	중국 (GB 10765)	질산염	< 100 ppm (mg/kg)
		아질산염	< 2 ppm (mg/kg)
일일섭취허용량	FAO/WHO (JECFA)	질산염	3.7 mg/kg of bw
		아질산염	0.06 mg/kg of bw
	US EPA	질산염	1.6 mg/kg of bw
		아질산염	0.1 mg/kg of bw
식수 내 최대오염목표기준	US EPA	질산염	10 ppm (mg/L)
		아질산염	1 ppm (mg/L)

- 최근 질산염 및 아질산염의 인체 위해성에 대한 논란이 지속되고 있으나, 영유아의 경우 인체 영향 수준에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않아 잠재적인 위해를 예방하기 위해서는 식이를 통한 섭취 경로의 철저한 관리가 요구된다.
- 특히 모유를 제외한 영유아의 식이는 분유 및 식수로 제한되어 있기 때문에 조제분유 내 질산염 및 아질산염의 관리가 필수적이나, 오염 경로나 생산공정 대상 안전관리 기반 연구가 수행된 바 없다.
- 기존 질산염/아질산염 관련 연구는 토양 등 주로 환경 분야에서 수행된 바 있으며, 미생물 대사가 환경 중 질산염/아질산염의 양을 결정하는 것으로 보고되고 있다. 이에 본 과제에서는 조제분유 생산공정 중 미생물의 대사가 질산염/아질산염 함량을 결정하는 주요 요인으로 작용할 수 있는지에 대해 파악하고자 관련 자료를 수집 및 분석하여 위해 정보서를 제작하였으며, ‘8.2 조제분유 위험요소 제어전략 수립’ 단계를 통해 실질적인 안전관리 전략 개발을 위한 기반 연구를 수행하고자 하였다.

○ 질산염/아질산염에 대한 위해 정보서의 구성은 아래 표 105와 같으며, 현장 종사자 및 관계자가 이에 대한 위해 및 안전관리의 필요성을 인지할 수 있도록 그림 137과 같이 안내서의 형태로 제작하였다.

표 109. 질산염/아질산염에 대한 위해 정보서의 구성 및 주요 내용에 따른 시사점

구성	주요 내용 및 시사점
1. Introduction ▶ 본 위험요소의 중요성은 무엇인가?	주요 키워드 간 관계(질산염/아질산염, 조제분유, 미생물) 및 기존 관련 연구의 한계 조제분유 내 미생물에 의한 질산/아질산염 관련 위해 발생 가능성에 대해 이해하고, 적절한 관리 방안을 제시하기 위해 필요한 정보와 연구에 대해 제시
2. Risk of nitrate/nitrite to infants ▶ 영유아에게 어떻게 위해가 되는가?	Infant 대상 질병 발생 사례 및 인체 위험성 관련 연구 사례 최근 질산염/아질산염의 위해 가능성에 대한 연구 트렌드
3. Issues on nitrate/nitrite in PIF ▶ PIF의 문제 사례와 연구 필요성 강조	조제분유를 포함한 영유아식품 대상 검출 및 제품 리콜 사례 연구 현황 분석 결과: 대부분 검출에 한정된 연구 수행 오염 경로 및 생산공정 중 안전관리 관련 연구 전무
4. Microbial metabolism and nitrate/nitrite ▶ 미생물에 의한 질산/아질산이온 대사는 어떤 경로로 이루어지며, 어떤 패턴을 보이는가?	미생물의 질산/아질산 대사가 조제분유 생산공정 중 질산/아질산 함량 결정 가능 조제분유 및 제조 환경에서 검출 가능한 미생물의 질산 대사 특성 연구 사례 분석
5. Risk management of nitrate/nitrite in PIF ▶ 근본적 제어 전략 및 필요 연구는 무엇인가?	미생물의 성장 제어를 통한 대사 조절 가능성 및 근거 자료 미생물의 생산에 영향을 미치는 요소에 대한 연구 사례 관련 미생물의 대사 특성 연구를 중심으로 한 제어 전략 제시 필요성 시사
6. Conclusion	질산염/아질산염 연구 사례 분석을 통한 시사점 및 조제분유 생산 단계 안전관리의 중요성

8.1.2.2. 조제분유 소비 단계의 미생물학적 위해관리 방안 마련

○ ‘8.1.1. 국내외 조제분유 안전 관련 자료 분석을 통한 위험요소 도출’에서 제시한 바와 같이 유관기관의 조제분유 안전관리 가이드라인에 따르면 조제분유의 소비 단계(보관, 수화, 수유 등) 중 미생물학적 위해 발생 가능성이 있다(그림 138). 이에 조제분유의 부적절 취급에 의한 위해 발생 원인 및 경로를 파악하여 관리 지침을 제공하고, 안전한 취급이 가능한 형태의 제품을 제공할 필요가 있다.



그림 138. 조제분유 소비 단계별 미생물학적 안전관리 이슈.

8.2. 조제분유 위험요소 제어전략 수립

8.2.1. 조제분유 생산현장 분리균주의 특성연구 및 제어전략 수립

○ 대중국 수출용 조제분유는 중화인민공화국국가표준 중, 영아 대상 식품안전 국가표준 (GB-10765)에 의하여 관리된다. 이 중 안전성 관련 기준·규격은 그림 139와 같다.

오염물질 허용기준	> 납 : 0.15 mg/kg 이하 > 질산염 ✓ : 100 mg/kg 이하 > 아질산염 ✓ : 2 mg/kg	미생물 허용기준	> 균락총수 : n=5, c=2, m=1000, M=10000 > 대장균군 : n=5, c=2, m=10, M=100 > <i>S. aureus</i> : n=5, c=2, m=10, M=100 > <i>C. sakazakii</i> : n=3, c=0, 0/100 g > <i>Salmonella spp.</i> : n=3, c=0, 0/25 g
진균독소 허용기준	> 아플라톡신 M ₁ 또는 B ₁ : 0.5 ug/kg 이하		

그림 139. GB-10765에 의한 관리 대상 위험요소.

○ 분유 제품 내 미생물은 수출 장벽으로 작용할 수 있으므로 공정별 미생물 분포에 대한 파악이 선행되어야 한다. 또한 열저항성 포자형성균의 경우 살균처리 후에도 생존할 수 있으며, 이 중 일부 미생물은 아질산이온을 생성해 문제를 일으킬 수 있다.

○ 이에 조제분유 생산공정에 존재할 수 있는 미생물에 의한 위험요소의 발생 특성을 파악하고 제어 전략을 구축하기 위하여 1) 대중국 수출용 조제분유의 생산공정 단계별 미생물 모니터링을 통한 미생물 생존 및 분포 추이 분석, 2) 생산현장 분리균주의 대중국 수출장벽으로 작용 가능한 특성 요소 보유 여부를 분석하였다(그림 140).

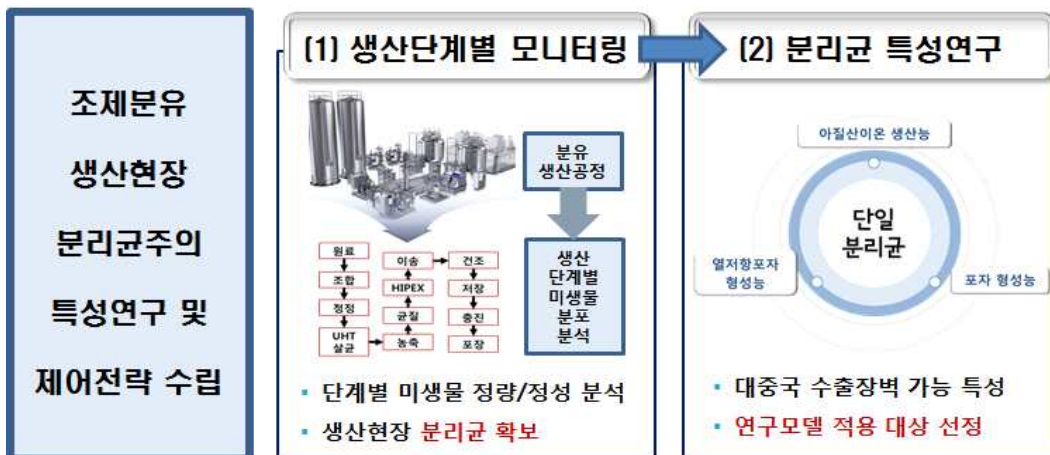


그림 140. 조제분유 생산현장 분리균주 특성연구 및 제어전략 수립 연구 개요.

8.2.1.1. 조제분유 주요 생산공정 단계별 미생물 모니터링

○ 대중국 수출용 조제분유의 주요 생산공정을 기준으로 하여 원료 단계(전지분유, 탈지분유, 탈염유청, 유당) 및 6개 생산 단계를 분석 대상으로 선정하였으며, 특히 공정 단계 이후 샘플의 특성(물성, 조성 등)에 변화가 있는 경우를 고려하여 [조유, 살균유, 농축유, 기타물질첨가 농축유, 분유]로 선정하였다(그림 141).

- ☑ 원료, 반제품, 완제품 등 분말 샘플은 멸균된 spatula를 이용하여 시료 채취
- ☑ 생산공정이 진행 중에 있는 액상 샘플은 멸균 채취관을 이용하여 무균적으로 공정 단계별 시료 채취
- ☑ 채취된 시료는 냉장상태(4.4°C 이하)로 운반하여 3시간 내에 분석
- ☑ 공정의 특성에 따라 일부 원료 및 단계가 존재하지 않아 분석 대상은 공정별 상이

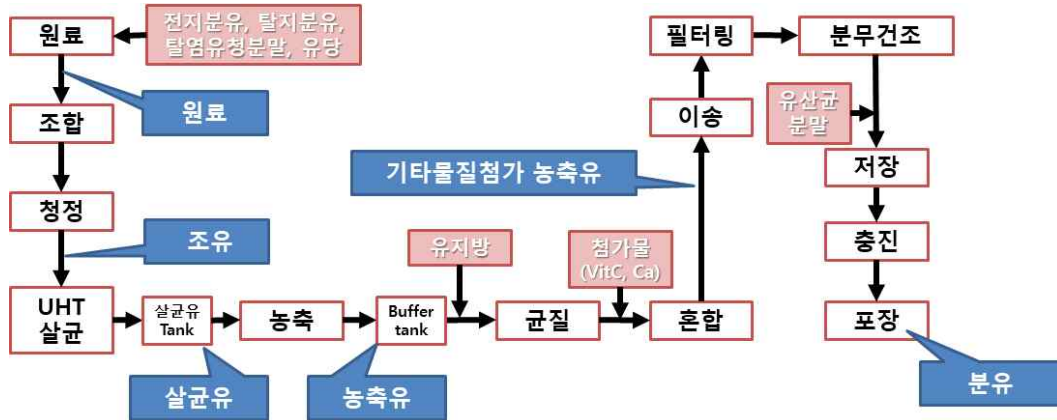


그림 141. 조제분유 주요 생산공정 및 미생물 모니터링 대상 단계.

○ 중국의 영아용 조제분유 대상 법규(GB-10765)에 제시된 미생물을 분석 대상으로 선정하였으며, 조제분유 제조 시 고온성 세균 및 포자형성균이 문제가 된다는 선행연구 결과에 따라 중·고온성 포자수 및 고온성 세균수를 분석 대상으로 추가하였다. 또한 *B. cereus* 또한 제품 품질·안전관리를 위한 주요 검출 대상 미생물로, 추가 분석 대상으로 포함하였다.

- ☑ 정량분석: 중·고온성 세균수, 중·고온성 포자수, 대장균군, *C. sakazakii*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*
- ☑ 정성분석: *C. sakazakii*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*

○ 미생물 시험은 [축산물의 가공기준 및 성분규격] 중 분말 시료 및 액상시료를 대상으로 한 미생물 시험법에 따라 수행하였다. 고온성 세균 측정은 유관기관에서 제공하는 자료가 부재하므로 관련 선행 연구에 명시되어 있는 방법을 참고하였다.

가. 중·고온성 세균수, 중·고온성 포자수, 대장균군 정량분석

○ 시험 수행 시 액체 시료는 25 ml를 그대로 사용하였고 고체 시료는 시료 25 g에 0.85% 멸균 생리 식염수 225 ml를 첨가하여 균질화한 후 사용하였다. 포자수 확인을 위해서 균질화된 시료 중 25-30 ml는 별도의 가열 전처리(80°C, 10분) 후 미생물 분석을 수행하였다. 각 분석 대상별 세부 절차 및 조건은 아래 표 106과 같다.

표 110. 중·고온성 세균수 및 포자수, 대장균군 정량분석 시험 방법

중·고온성 세균수 정량분석	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 멸균 페트리접시 2 매에 접종하고 45°C로 유지한 Plate Count Agar(PCA)를 약 15 ml 각각 무균적으로 분주한 후 교반하였다. 접종 배지를 냉각 응고하여 중온성 세균은 35°C에서 24-48시간 배양하고 고온성 세균은 55°C에서 48시간 배양하였다. 배양 후 생성된 집락을 계수하여 g 또는 ml 당 집락수로 정량하였다.</p>
중·고온성 포자수 정량분석	<p>포자 분리를 위해 시험용액 25-30 ml를 멸균시험관(18×170 mm)에 넣고 80°C에서 10분간 가열 한 후 1 ml를 PCA 2매에 완전히 흡수되도록 도말하였다. 접종 배지를 중온성 세균은 35°C에서 48시간 배양하고 고온성 세균은 55°C에서 48시간 배양한 후 생성된 집락수를 계수하여 g 또는 ml 당 집락수로 정량하였다.</p>
대장균군 정량분석	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 멸균 페트리접시 2 매에 접종하고 50°C로 유지한 Violet Red Bile Agar(VRBA)를 약 15 ml 각각 무균적으로 분주한 후 교반하였다. 접종 배지를 냉각 응고 후 표면에 동일한 배지를 3-5 ml 가하여 중첩시킨 후 35°C에서 18-24시간동안 배양한 후 전형적인 대장균군 집락을 계수하여 g 또는 ml 당 집락수로 정량하였다.</p>

○ 주요 4개 원료(전지분유, 탈지분유, 탈염유청분말, 유당분말) 및 6개 생산 단계 샘플 별(조유, 살균유, 농축유, 혼합농축유, 반제품, 완제품)의 중·고온성 세균수 및 포자형성균 분석 결과는 각각 표 107 및 그림 142, 143과 같다.

○ 대장균군의 경우 모든 원료에서 검출되지 않았다. 생산 단계의 경우 2개 공정의 조유에서 2.5 log CFU/ml 수준으로 검출되었고, 그 외 단계에서는 검출되지 않았다. 이는 원료의 혼합 단계에서 교차오염이 발생했을 가능성을 시사하나, 살균 단계를 포함한 가공 단계를 통해 제어될 수 있음을 의미한다.

- 원료 단계의 중·고온성 세균 및 포자의 경우 중온성 세균에 비해 상대적으로 고온성 세균의 검출 수준이 높게 나타났으며, 총 세균수와 포자수 간 비교 결과 검출된 세균의 대부분은 포자형성균인 것으로 확인되었다(표 107).
- ☑ 전지분유와 탈지분유의 세균 및 포자수는 0.3-5.3 log CFU/g 수준으로 나타났다. 탈지분유의 경우 고온성 세균수 및 포자수가 각각 5.25 및 5.06 log CFU/g 수준으로 확인되었다.
- ☑ 유청단백은 Plant B에서만 사용되는 재료로, 중온성 및 고온성 세균이 모두 검출되었다(중온성 총세균수: 1.83 log CFU/g, 중온성 포자수: 0.43 log CFU/g, 고온성 총세균수: 2.16 log CFU/g, 고온성 포자수: 0.77 log CFU/g)
- ☑ 탈염유청의 경우 Plant A와 B에서 각각 1.45 및 1.50 log CFU/g의 중온성 세균이 확인되었으며 고온성 세균은 검출되지 않았다.

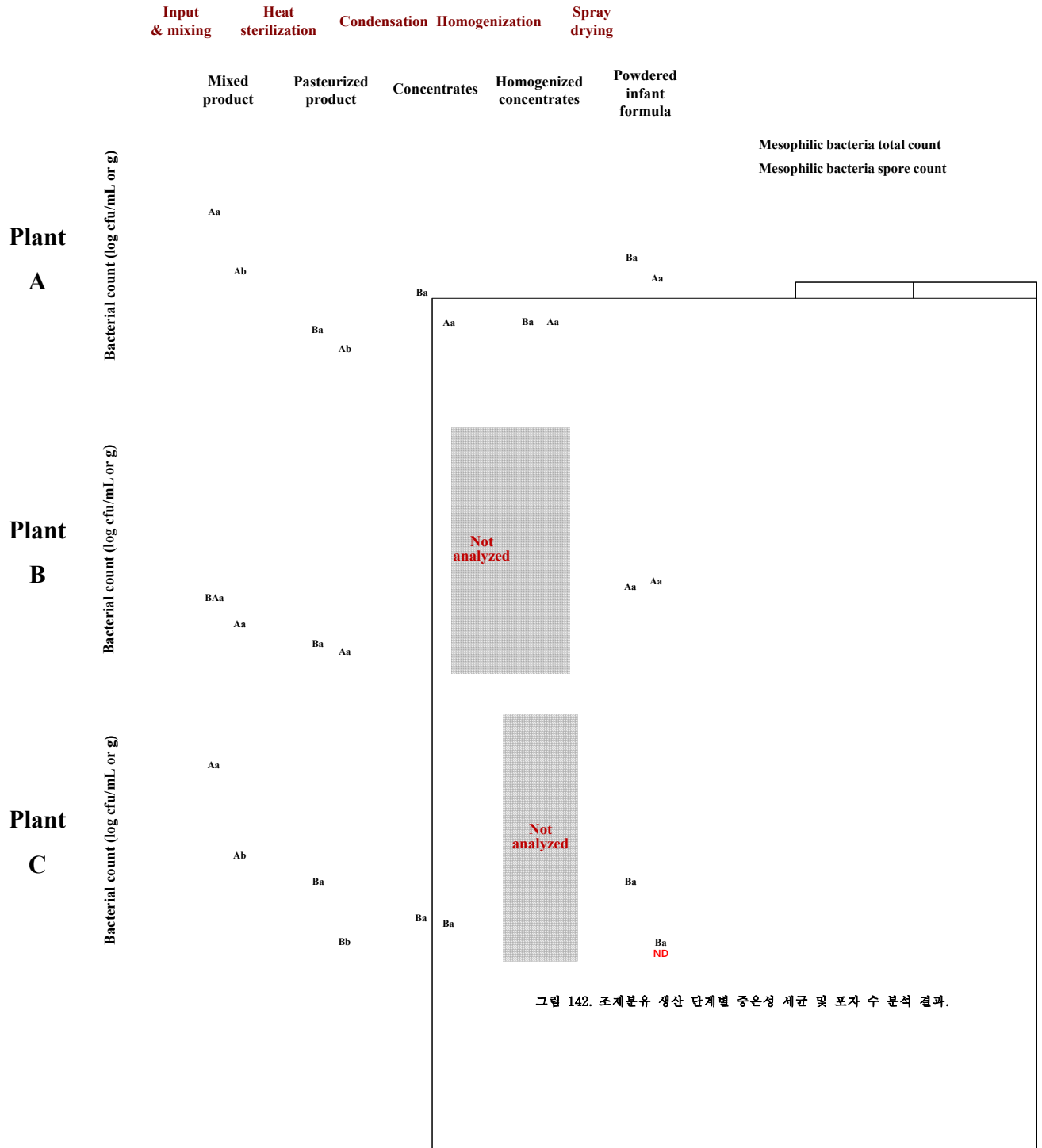
표 111. 조제분유 원료의 중·고온성 세균수 및 포자 수 분석 결과

원료	공정	미생물 수 (log CFU/g)			
		중온성 세균		고온성 세균	
		총 세균수	포자수	총 세균수	포자수
전지분유	Plant A	2.24 ± 0.24	2.15 ± 0.15	3.40 ± 0.92	3.31 ± 0.83
	Plant B	NA	NA	NA	NA
	Plant C	3.05 ± 0.14	2.35 ± 0.66	0.97 ± 0.85	0.33 ± 0.58
탈지분유	Plant A	2.27 ± 0.27	1.07 ± 1.07	3.20 ± 0.43	2.69 ± 0.69
	Plant B	1.65 ± 0.05	1.59 ± 0.11	5.25 ± 0.02	5.06 ± 0.02
	Plant C	1.62 ± 0.15	0.87 ± 0.75	3.38 ± 0.26	3.06 ± 0.52
탈염유청분말	Plant A	1.45 ± 0.15	ND	ND	ND
	Plant B	ND	ND	1.50 ± 0.20	ND
	Plant C	ND	ND	ND	ND
유청단백	Plant A	NA	NA	NA	NA
	Plant B	1.83 ± 0.22	0.43 ± 0.75	2.16 ± 0.46	0.77 ± 0.68
	Plant C	NA	NA	NA	NA

*NA: not analyzed, ND: not detected

- 생산 단계의 중·고온성 세균 및 포자의 경우 단계별 검출 패턴이 중온성 및 고온성 세균 간 상이하게 나타났다. 중온성 세균의 경우 살균 단계를 거치면서 대부분 사멸한 뒤 세균수 또는 포자수의 증감을 나타내지 않은 반면, 고온성 세균은 공정 처리에 의한 사멸이 나타나지 않아 전 단계에서 초기 수준(조유 내 검출 수준)을 유지하였다.
- ☑ 중온성 세균 및 포자수는 조유에서 각각 3.18 log CFU/ml 및 1.51 log CFU/ml로 확인되었다. 살균유의 중온성 세균 및 포자수는 각각 2.5 및 1.1 log reduction (plant A), 0.7 및 0.1 log reduction (plant B), 2.6 및 0.6 log reduction (plant C)을 나타낸 이후, 완제품 단계까지 약 1 log CFU/ml or g의 수준을 유지하였다.
- ☑ 고온성 세균 및 포자수는 조유에서 각각 2.09 및 1.72 log CFU/ml (plant A), 4.34 및 4.25 log CFU/ml (plant B), 3.28 및 3.18 log CFU/ml (plant C)로 확인되었다. 이후 살균 처리로 인한 사멸이 일어나지 않아 대부분의 공정 단계에서 초기 단계와 유사한 수준으로 검출되었다(세균수: 1.8-4.4 log CFU/g 포자수: 0.9-4.3 log CFU/g).
- 고온성 총 세균수와 포자수 간 비교 결과 검출된 고온성 세균은 대부분 포자의 형태로 존재하는 것으로 확인되었으며, 열저항성 포자의 형성으로 인해 전 생산공정 단계에서 고온성 세균이 높은 수준으로 존재할 수 있는 것으로 판단하였다.
- 한편 살균 단계 이후 공정 단계에서는 동일한 샘플 내 고온성 세균이 중온성 세균보다 높은 수준으로 검출되었는데, 이는 중온 환경에서는 성장하지 않고 고온 환경(약 40-68도 수준)에서만 성장할 수 있는 obligate thermophiles의 존재를 시사한다.
- 원료 및 생산 단계의 중·고온성 세균 및 포자 수 분석 결과 다음과 같은 시사점을 도출하였다: 1) 최종 조제분유 제품의 중고온성 세균(포자형성균 포함)은 원료를 통해 유입될 수 있다, 2) 열저항성 포자 형성은 조제분유 가공 단계의 열처리 조건에서 미생물이 생존할 수 있도록 한다, 3) obligate thermophiles는 일반적인 세균수 측정 방법으로 확인이 불가하므로 위해 정도에 따른 관리 필요성 분석이 필요하다, 4) 고온성 포자형성균이 전 공정 단계에서 존재할 수 있으므로 성장 및 대사가 가능한 조건에서의 위해 발생 가능성을 확인하고 적절한 제어 전략의 도입이 필요하다.

Processing line and collected samples



Processing line and collected samples

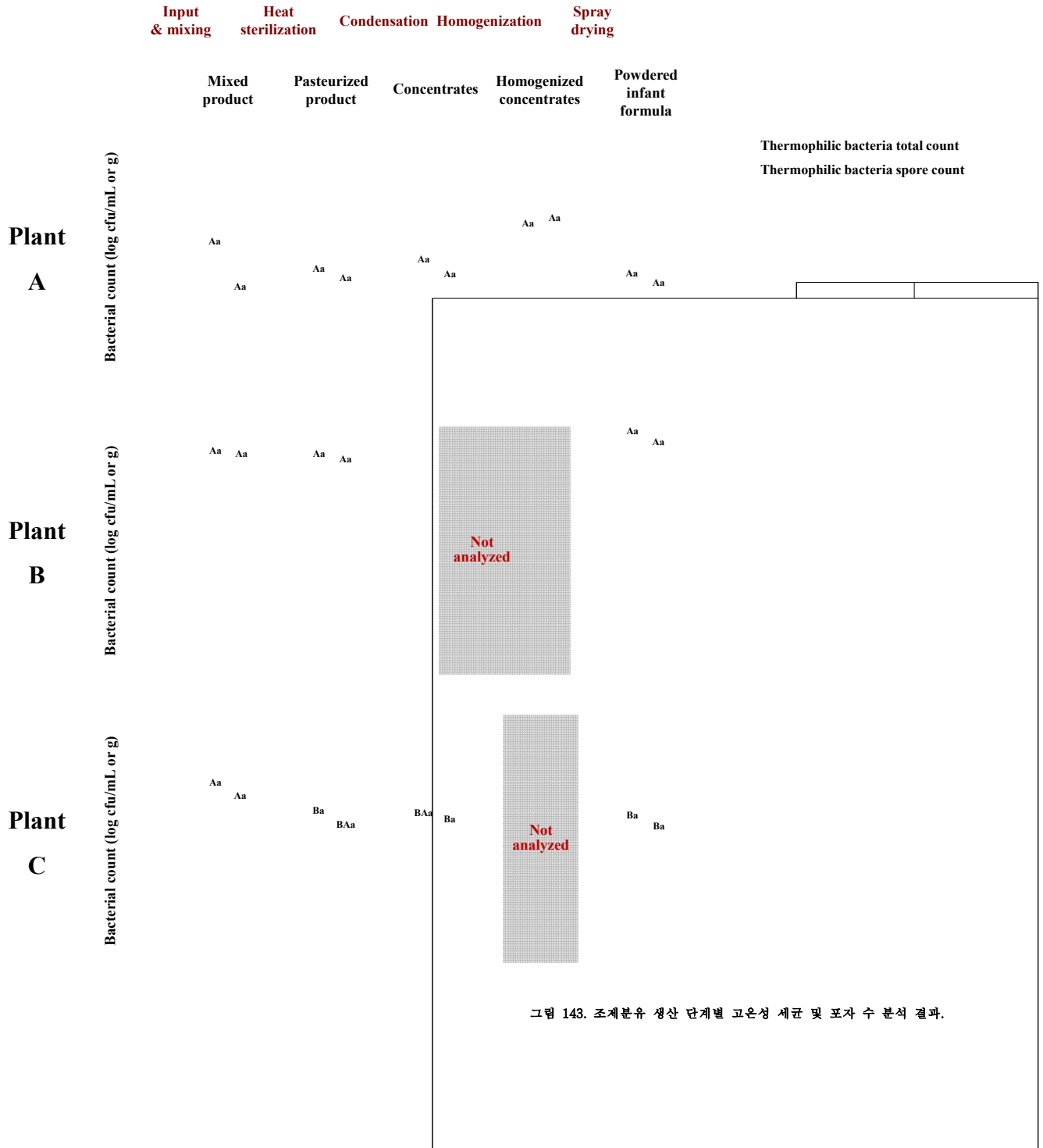


그림 143. 조제분유 생산 단계별 고온성 세균 및 포자 수 분석 결과.

나. *C. sakazakii*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus* 정량 및 정성분석

- 중국의 영아용 조제분유 대상 법규(GB-10765)에서 제시된 시험법 및 국제 공인 시험 방법을 고려하여 분석을 수행하였으며, 시험 수행 시 액체 시료는 25 ml를 그대로 사용하였고 고체 시료는 시료 25 g에 0.85% 멸균 생리 식염수 225 ml를 첨가하여 균질화한 후 사용하였다. 각 분석 대상별 세부 절차 및 조건은 아래 표 108, 109와 같다.

표 112. 중·고온성 세균수 및 포자수, 대장균군, *S. aureus* 정량분석 시험 방법

<p><i>C. sakazakii</i> 정량분석</p>	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 chromogenic <i>Enterobacter sakazakii</i> agar 3장에 0.3, 0.4, 0.3 ml씩 완전히 흡수되도록 도말하였다. 접종 배지를 37°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락의 수를 계수하여 g 또는 ml 당 집락수로 정량하였다.</p>
<p><i>Salmonella</i> spp. 정량분석</p>	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 xylose-lysine-desoxycholate agar 3장에 0.3, 0.4, 0.3 ml씩 완전히 흡수되도록 도말하였다. 접종 배지를 37°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락의 수를 계수하여 g 또는 ml 당 집락수로 정량하였다.</p>
<p><i>S. aureus</i> 정량분석</p>	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 Baired-Parker agar 및 mannitol salt agar (supplemented with 5% egg yolk) 각각 3장에 0.3, 0.4, 0.3 ml씩 완전히 흡수되도록 도말하였다. 접종 배지를 35°C에서 48시간 배양한 후 전형적인 집락의 수를 계수하여 g 또는 ml당 집락수로 정량하였다.</p>
<p><i>B. cereus</i> 정량분석</p>	<p>시험용액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 단계별 희석액 1 ml를 mannitol egg yolk polymyxin agar [supplemented with 50% (wt/wt) egg yolk and antimicrobial vial polymyxin B] 3장에 0.3, 0.4, 0.3 ml씩 완전히 흡수되도록 도말하였다. 접종 배지를 30°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락의 수를 계수하여 g 또는 ml당 집락수로 정량하였다.</p>

표 113. *C. sakazakii* 및 *Salmonella* spp. 정성분석 시험 방법***C. sakazakii***
정성분석

무균적으로 채취한 시료 100 g에 900 ml의 멸균 증류수를 가하여 균질화 한 후 36°C에서 18시간 배양하였다. 배양액 10 ml에 90 ml의 Enterobacteria Enrichment broth(EE broth)을 가한 후 36°C에서 18시간 동안 다시 한 번 배양하였다. 배양액을 Chromogenic Enterobacter sakazakii Agar(CESA)에 희선도말하고 36°C에서 18-24시간 배양하였다. 배지에서 5개 이상의 의심집락을 영양배지로 옮겨 도말하여 25°C에서 48-72시간 배양 후 Vitek GN card를 이용하여 확인 동정하였다.

***Salmonella* spp.**
정성분석

무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 Buffered Peptone Water(BPW)를 가하여 균질화 한 후 36°C에서 18시간 배양하였다. 배양액 1 ml를 10 ml의 Tetrathionate broth(TT broth)에, 0.1 ml를 10 ml의 Rappaport-Vassiliadis broth(RV broth)에 접종하여 각각 37°C와 42°C에서 20-24시간 배양하였다. 배양액을 BG Sulfa agar 및 Xylose-Lysine-Dexosycho late Agar(XLD)에 희선도말하고 36°C에서 20-24시간 배양하였다. 배지에서 5개 이상의 의심집락을 영양배지로 옮겨 37°C에서 18-24시간 배양 후 Triple Sugar Iron agar(TSI) 사면배지에 접종하여 의심되는 균에 대해서는 Vitek GN card를 이용하여 확인 동정하였다.

S. aureus
정성분석

무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 tryptic soy broth (supplemented with 1% sodium pyruvate and 10% NaCl)를 가하여 균질화 한 후 35°C에서 24시간 배양하였다. 배양액을 MSA (supplemented with 5% egg yolk)에 희선도말하고 35°C에서 48시간 배양하였다. 배지에서 5개 이상의 의심집락을 영양배지로 옮겨 35°C에서 48시간 배양 후 Vitek GP card를 이용하여 확인 동정하였다.

B. cereus
정성분석

무균적으로 채취한 시료 25 g에 225 ml의 tryptic soy polymyxin broth를 가하여 균질화 한 후 30°C에서 24시간 배양하였다. 배양액을 MYP [supplemented with 50% (wt/wt) egg yolk and antimicrobial vial polymyxin B]에 희선도말하고 30°C에서 24시간 배양하였다. 배지에서 5개 이상의 의심집락을 영양배지로 옮겨 30°C에서 24시간 배양 후 Vitek GP card를 이용하여 확인 동정하였다.

- *C. sakazakii*, *Salmonella* spp., *S. aureus* 등 주요 식중독균은 최종 제품 포함 전 단계(원료 및 생산 단계)에서 검출되지 않았다. *B. cereus*는 Plant B와 C의 원료 단계 및 Plant A의 가공 단계에 한하여 검출되었으며, 모든 분석 대상 최종 제품에서는 검출되지 않았다(표 110).

표 114. 조제분유 원료 및 공정 단계별 *B. cereus* 정성분석 결과

원료 및 생산공정 단계		정성분석 결과 (-: 불검출, +: 검출)		
		Plant A	Plant B	Plant C
원료	전지분유	- - -	NA	- + -
	탈지분유	- - -	- - -	- - -
	탈염유청	- - -	- - -	- - -
	유청단백	NA	+ - -	NA
가공 단계	조유	+ + -	- - -	- - -
	살균유	- + -	- - -	- - -
	농축유	- + -	NA	- - -
	기타물질첨가 농축유	- - -	NA	NA
최종 제품	분유	- - -	- - -	- - -

- 주요 식중독균의 경우(포자형성균 제외) 대부분 살균 단계에서 열처리에 의해 사멸되기 때문에 가공 단계에서는 기존 공정 관리를 통해 제어가 가능하나, 분무건조를 통한 분유 제조 후의 오염이 발생하여 최종 제품 내에서 검출되는 사례가 보고됨에 따라 가공 이후 단계에 대한 위해관리 기술의 필요성이 제시된다.

8.2.1.2. 조제분유 생산현장 분리균주의 특성연구

- ‘8.1. 조제분유 안전관리 위험요소 분석 및 제어전략 수립’을 통한 주요 연구 필요 위험요소 도출 결과 생산공정 중 질산염/아질산염의 위해관리 기반 연구 필요성이 제시 되었으며, 이에 조제분유 공정 단계 중 존재하는 미생물의 대사가 제품 내 질산염/아질산염 수준에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다.
- 앞서 ‘8.2.1.1. 조제분유 주요 생산공정 단계별 미생물 모니터링’의 연구 결과 조제분유 생산공정 중 살균 처리 이후 단계에 중온성 및 고온성 포자형성균이 존재 가능성을 확인하였으며, 농축이나 균질 등 살균 이후 단계에서 해당 균의 성장 및 대사 특성을 파악하고 이에 대한 제어 전략을 수립하고자 하였다.
- 조제분유 생산공정 중 살균 처리 이후 생존 가능한 미생물의 확보를 위하여 8.2.1.1.의 미생물 모니터링 과정 중 살균 이후 공정 단계의 샘플(살균유, 농축유, 기타물질첨가 농축유, 분유)로부터 단일 분리균주를 확보하였다(그림 144). 또한 연구 대상 균주의 다양화를 위하여 연구진이 기존에 보유하고 있었던 분유 완제품 분리균주 라이브러리(국내 유통 및 중국 유통 분유 제품에서 확보된 중온성 및 고온성 분리균주)를 연구 대상으로 추가하여 분석을 수행하였다.

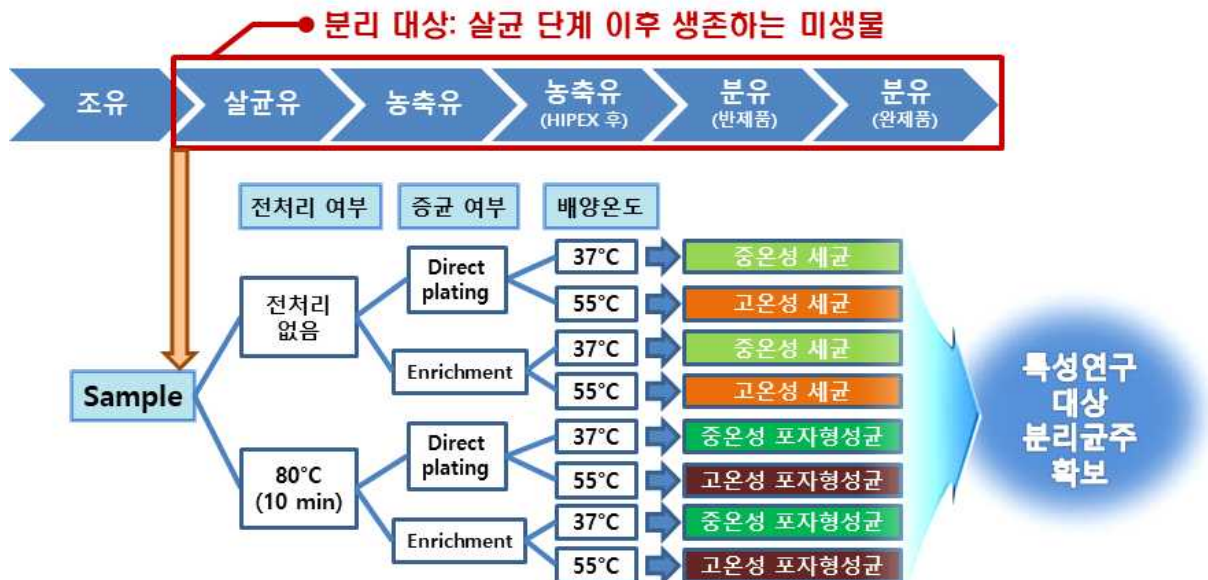


그림 144. 생산단계별 분리균주 중 특성 연구 대상 선정 방식.

- 중온성 및 고온성 분리균주의 질산 대사능 보유 여부는 일반적으로 미생물 동정 과정에서 활용되는 질산이온 환원능 평가(Griess test)법을 활용하였다.
- 열저항성 포자 형성 가능 미생물은 조제분유의 살균 단계 이후에도 생존할 수 있으며, 배양 가능 조건에서 germination하게 되는 경우 성장 과정 중 대사에 의하여 조제분유 최종 제품의 안전성 및 품질에 영향을 미칠 수 있다(그림 145).

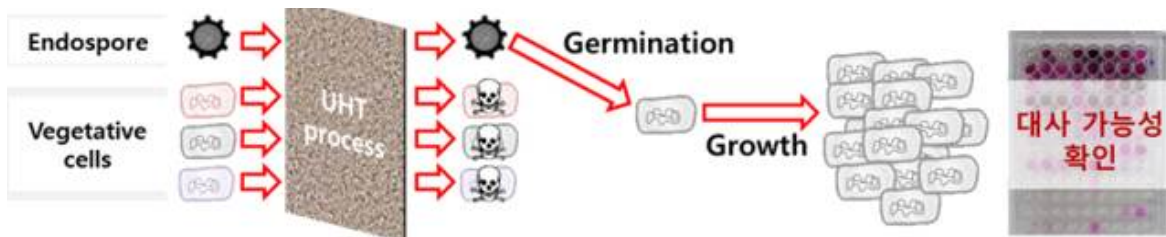


그림 145. 질산대사 및 열저항성 포자 형성 능력에 의한 생산공정 중 영향 가능 요인.

- 따라서 조제분유 생산현장 분리균주별 특성 결과(질산대사 및 포자 열저항성 분석)를 기반으로 관리 필요성 정도에 따라 주요 관리대상 미생물을 선별하였다(그림 146).

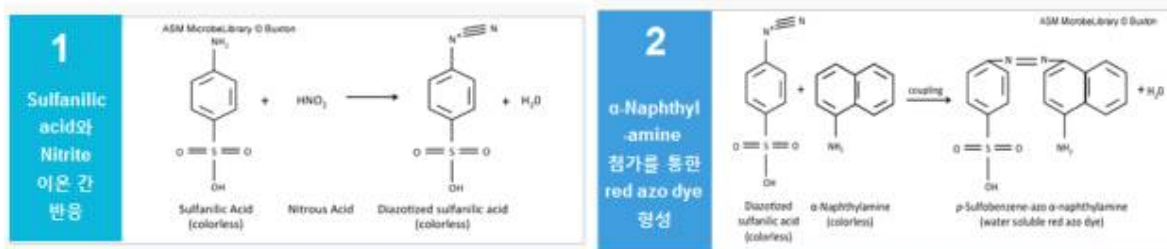


그림 146. 조제분유 생산현장 단일 분리균의 특성연구 항목.

8.2.1.2.1. 조제분유 공정으로부터 질산대사 가능 분리균주 확보

(1) 질산대사 가능 분리균주 선별

- 조제분유 생산현장 분리균주의 질산이온(아질산이온 생산의 기질)을 통한 아질산이온 생산 가능 여부 확인 분석법으로 Griess test를 이용하였다(그림 147).
- ☑ -70°C에 보관된 분리균주를 Tryptic Soy Broth(TSB)에 접종한 후 중온성균은 35°C에서 12-24시간, 고온성균은 55°C에서 48시간 배양 후 15분간 원심분리(3,000 rpm) 및 상등액 제거와 동량의 멸균 생리식염수 첨가를 통한 세척 2회 수행
- ☑ 분리균주 배양액을 1:100 비율로 nitrate broth(TSB supplemented with KNO₃ 1 g/L, glass cap tube별 5 ml)에 접종한 후 중온성균은 35°C에서 12-24시간, 고온성균은 55°C에서 48시간 배양
- ☑ 배양액에 동량의 Griess test reagent(sulfanilamide solution 및 NED solution 또는 α-naphthylamine) 첨가 후 2분 내 색변화 발생 시 양성으로 판정
- ☑ 분석 대상 시료에 griess reagents 첨가 후 색변화가 일어나지 않는 경우 질산이온을 아질산이온으로 환원시키는 Zinc dust를 해당 시료에 첨가한 뒤 색변화 발생 여부에 따라 최종 결과 판정



결과	최종 판정
붉은색 색변화	$2e^- + 2H^+ + NO_3^- \rightarrow NO_2^- + H_2O$ 질산이온이 아질산이온으로 변화
2분 이상 색변화가 일어나지 않았고 zinc dust 가할 시 붉은색 색변화	NO_3^- 특정한 변화 없이 질산이온상태 존재
2분 이상 색변화가 일어나지 않았고 zinc dust 가할 시 색변화 없음	$NO_3^- + NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$ 질산이온이 아질산이온 외 물질로 변화(기작 다양)
	$2NO_3^- + 10e^- + 12H^+ \rightarrow N_2 + 6H_2O$ 질산이온이 질소로 변화

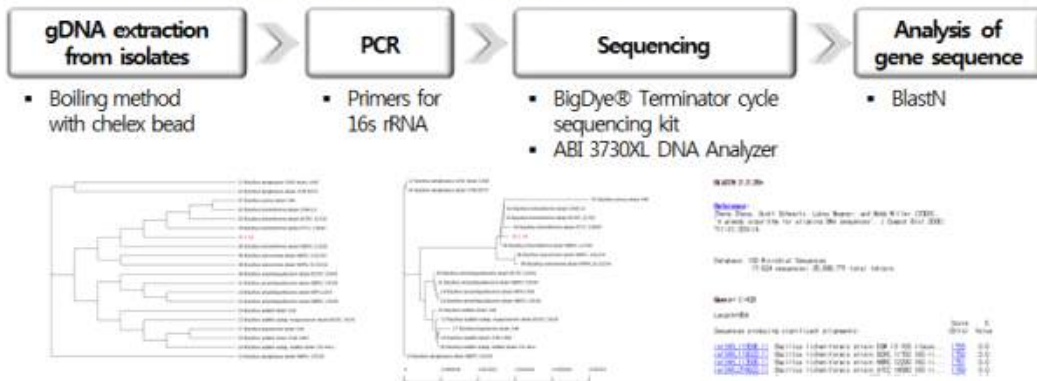
그림 147. Griess test의 원리 및 결과 판정 방법.

- 중온성 세균 총 193개 중 70개, 고온성 세균 총 308개 중 63개가 질산 대사능을 보유하고 있는 것으로 확인되었다.

(2) 선별된 질산대사 가능 분리균주의 동정

○ 앞서 8.2.1.2.1. (1)의 분석 결과에서 질산대사가 가능한 것으로 확인된 분리균주를 대상으로 유전학적 분석(16s rRNA identification) 및 생화학적 분석 방식(VITEK)을 이용한 동정을 수행하였다(그림 148).

(A) 16s rRNA identification(유전학적 동정 방식)



(B) Vitek(생화학적 동정 방식)



그림 148 (A) 유전학적 및 (B) 생화학적 방식을 이용한 미생물 동정 개요도.

○ 동정 결과는 아래 표 111과 같으며, 모두 *Bacillus* 계열의 미생물로 확인되었다. 중온성 분리균주는 대부분 *Bacillus* 속이었고(70개 분리균주 중 65개, 92.9%) 고온성 분리균주는 대부분 *Geobacillus* 속으로 확인되었다(63개 분리균주 중 60개, 95.2%).

표 115. 질산대사가 가능한 조제분유 분리균주 동정 결과

구분	동정 결과 (균주 수)
중온성 분리균주	<i>Bacillus</i> (65), <i>Paenibacillus</i> (3), <i>Brevibacillus</i> (1), <i>Anoxybacillus</i> (1)
고온성 분리균주	<i>Geobacillus</i> (60), <i>Bacillus</i> (3)

8.2.1.2.2. 질산대사 및 열저항성 포자 형성 특성을 기준으로 한 주요 관리 균주 선정
 가. 질산대사 가능 분리균주의 성장·대사패턴 분석

- 조제분유 생산 중 노출 가능한 조건 하 분리균주의 질산 대사 패턴을 분석하였으며, 특히 빠른 대사 및 성장을 나타내는 균주를 선별하고자 8.2.1.2.1.과 동일한 방법에 따라 분리균주 배양액을 nitrate broth(Potassium nitrate 농도 0.1 g/L)에 접종한 뒤 일반적인 농축 및 균질 가공 조건(55-65°C) 하 대사 특성을 확인하였다.
- ☑ Nitrate broth 배양액 1 ml 씩 채취하여 1.7 ml microtube에 옮겨 담은 후 균을 포함한 생성물을 침전시키기 위하여 15분 간 원심분리(13,000 rpm)
- ☑ 원심분리 완료된 샘플의 상등액 50 µl씩 채취하여 96 well에 각각 분주 후 빛이 차단된 상태에서 Griess reaction reagent(sulfanilamide solution 및 NED solution; Promega Coporation, USA)를 각 50 µl씩 순차적으로 10-15분 간 처리(그림 149)

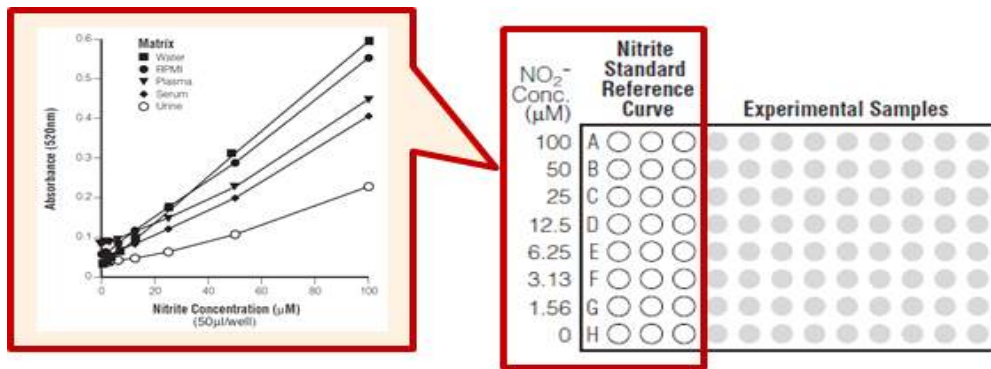


그림 149. Nitrite standard reference curve 준비 방법 및 curve의 예시.

- ☑ 처리 완료된 용액의 흡광도를 Multi plate reader를 이용하여 520-550 nm 조건에서 측정하였으며, 측정값의 standard curve(제공 매뉴얼에 지시에 따라 100 µl 내에서 작성) 대입을 통해 시료의 아질산이온 함량을 분석

표 116. 미생물 대사 특성 영향 요인별 아질산이온 생산량 분석 실험 조건

요인	조건
배양 온도	55°C, 65°C
배양 시간	6, 24시간
배양 배지 및 기질량	TSB supplemented with KNO ₃ (Potassium nitrate 농도 0.1 g/L)

- 배양 조건(온도 및 시간) 하 아질산이온 생산량 분석 결과 중온성 및 고온성 분리균 주별로 상이한 질산대사 특성을 나타냈으며, 실질적 페턴에 있어서는 균주 단위로 다양하게 나타났다(표 113).
- 중온성 분리균주의 질산 대사 특성 연구 결과는 표 113과 같이 나타났다. *Anoxybacillus* 1개 분리균주를 제외하고 65°C에서는 성장 및 대사가 불가능한 것으로 확인되었고, *Bacillus* sp.는 55°C에서 질산 대사가 가능한 경우(45개 균주/총 67개 *Bacillus* sp.) 대부분의 균주가(37개 균주/총 45개 질산 대사 가능 *Bacillus* sp.) 6시간 내 아질산 생산이 확인되었다. *Brevibacillus* sp. 및 *Paenibacillus* sp.의 경우 모든 배양 조건에서 아질산 생산이 불가능한 것으로 확인되었다.

표 117. 배양 온도 및 시간에 따른 조제분유 중온성 분리균주의 질산대사 분석 결과

대상 균종	배양 온도 및 시간별 질산 대사(질산 이온을 이용한 아질산 이온 생산) 특성				분리균주 번호
	55°C		65°C		
	6 hr	24 hr	6 hr	24 hr	
<i>Bacillus</i> sp.	+	아질산 이용 질산대사 완료 ^a	- ^b	-	1, 2, 3, 4, 5, 8, 14, 16, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 52, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 66, 67
	-	-	-	-	6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 19, 24, 29, 49, 50, 51, 55, 58, 68, 71, 74, 78, 79,
	-	아질산 이용 질산대사 완료	-	-	23, 30, 39, 43, 64, 65, 75, 84
	아질산 이용 질산대사 완료	아질산 이용 질산대사 완료	+	+	53
<i>Brevibacillus</i> sp.	-	-	-	-	44
<i>Paenibacillus</i> sp.	-	-	-	-	13, 45, 54

*^a: 잔류 아질산이 모두 대사에 사용된 경우, ^b: 질산 생산 또는 균 생장이 일어나지 않는 경우

- 고온성 분리균주의 질산 대사 특성 연구 결과는 표 114와 같이 나타났다. *Bacillus* sp. 3개 균주와 *Geobacillus* sp. 60개 균주로 구성되며, *Bacillus* sp.는 모두 같은 패턴을 나타낸 반면 *Geobacillus* sp.는 모든 분석 대상 온도에서 시간별로 다양한 형태의 질산 대사 패턴을 나타냈다. *Bacillus* sp.는 55°C에서만 아질산 생산이 가능하였으며, 24시간까지 분석 대상 용액 내에서 아질산이 확인되었다. 특히 *Geobacillus* sp. 중 55°C 및 65°C에서 6시간 내 질산 이온 및 아질산 이온을 이용한 대사가 완료되는 균주가 확인되었으며(strain No. 1, 90), 다른 분리균주에 비해 대사가 빠르게 진행되는 것으로 파악된다.
- 또한 본 결과의 도출 과정에서 확인된 질산대사의 패턴은 1) 아질산이온 생산 후 추가 대사에 의한 아질산이온 사용, 2) 지속적인 아질산이온 생산, 3) 생산 불가 등 총 3가지의 대표적 경향을 나타냈으며, 균주별로 특성이 상이하게 나타났기 때문에 균주 단위의 패턴 분석이 요구된다(그림 150).

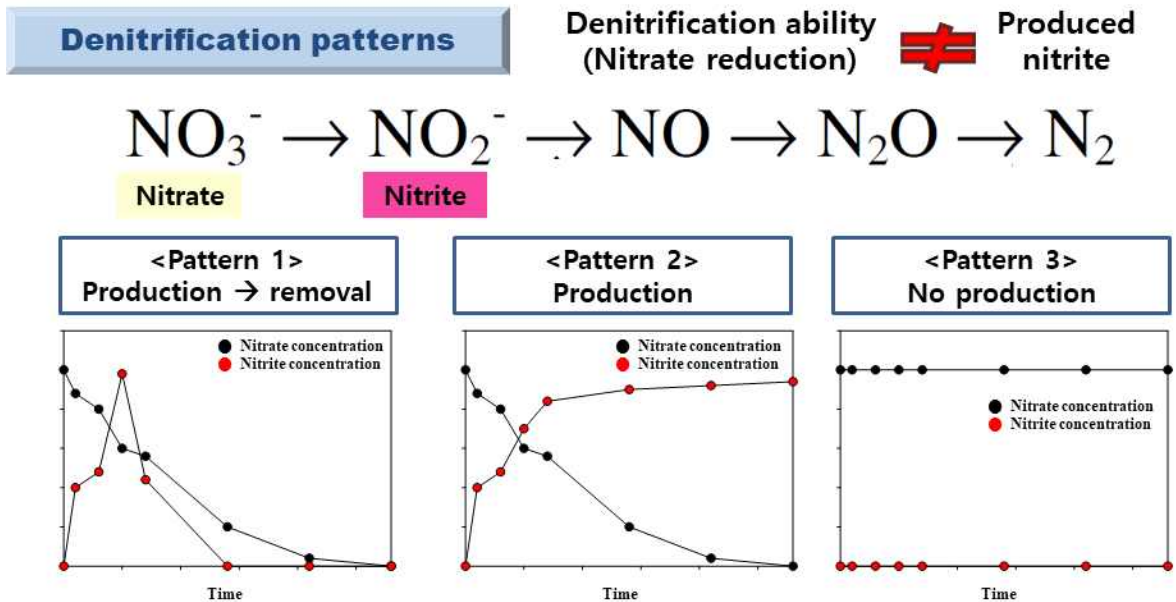


그림 150. 조제분유 분리균주로부터 확인된 대표 질산대사 패턴.

- 특히 질산 대사가 빠르게 일어나는 균주를 중심으로 생산공정 중 발생 가능한 위해의 정확한 예측이 요구되며, 해당 위해를 제어 및 관리하기 위한 전략 마련이 요구된다. 이와 같은 과정을 통해 확보한 분리균주 라이브러리는 공정 관리에 활용될 수 있으며, 분리균주의 성장 및 대사가 가능한 환경이 제공되는 공정을 중심으로 아질산이온 농도의 모니터링 및 균주 성장·대사 제어 전략 적용이 필요하다.

표 118. 배양 온도 및 시간에 따른 조제분유 고온성 분리균주의 질산대사 분석 결과

대상 균종	배양 온도 및 시간별 질산 대사(질산 이온을 이용한 아질산 이온 생산) 특성								분리균주 번호
	55°C				65°C				
	6 hr		24 hr		6 hr		24 hr		
<i>Bacillus</i> sp.	+		+		- ^b		-		4,5, 6
	아질산 이용	질산대사 완료 ^a	아질산 이용	질산대사 완료	아질산 이용	질산대사 완료	아질산 이용	질산대사 완료	1, 90
	+		아질산 이용	질산대사 완료	+		아질산 이용	질산대사 완료	2, 3, 13, 24, 28, 31, 34, 51, 88
	+		아질산 이용	질산대사 완료	-		아질산 이용	질산대사 완료	63
									14, 15, 16, 18, 20, 22, 23, 26, 29, 30, 35, 53,
	-		아질산 이용	질산대사 완료	+		아질산 이용	질산대사 완료	54, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49,
<i>Geobacillus</i> sp.									50, 65, 70, 73,
	-		아질산 이용	질산대사 완료	-		아질산 이용	질산대사 완료	27, 33, 44, 62
	+		아질산 이용	질산대사 완료	+		+		19
	-		아질산 이용	질산대사 완료	+		+		36, 68, 92
	-		아질산 이용	질산대사 완료	-		+		75, 78
	-		+		+		아질산 이용	질산대사 완료	76, 80
	-		+		-		아질산 이용	질산대사 완료	17
	-		+		-		+		8, 9
	-		+		+		+		10
	+		+		+		+		7, 11, 12

*^a: 잔류 아질산이 모두 대사에 사용된 경우, ^b: 질산 생산 또는 균 생장이 일어나지 않는 경우

나. 질산대사 가능 분리균주의 포자 열저항성 분석

- 8.2.1.2.1.을 통하여 확인된 질산대사 가능 분리균주를 대상으로 포자의 열저항성을 분석하였으며, 상대적으로 높은 열저항성을 보유하고 있는 균주를 선별(highly heat-resistant spore)하여 추후 제어 기술의 평가 대상으로 활용하고자 하였다.
- ☑ 8.2.1.2.1.과 동일한 방법을 사용하여 제조된 배양액 200 μ l를 sporulation agar(Nutrient agar supplemented with Mn^{2+} 1 μ g/ml)에 도말 후 배양(중온균: 37°C, 3-5일; 고온균: 55°C, 5-7일)
- ☑ 배양 완료된 sporulation agar에 3 ml의 멸균증류수를 분주한 후 멸균 loop를 사용하여 colony를 긁어낸 뒤 1.5 ml의 suspension을 microtube에 포집
- ☑ microtube를 water bath에 넣어 80°C, 15분 간 처리하여 vegetative cell 제거 후 원심분리(13,000 rpm, 2분) 및 멸균 증류수로 2회 세척
- ☑ 멸균증류수 1.8 ml이 담긴 glass screw-cap tube에 포자액 200 μ l를 넣어준 후(최종 포자 농도 약 2 log CFU/ml) autoclave를 이용하여 100°C에서 20분 간 처리
- ☑ 열처리 완료된 용액 및 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석한 단계별 희석액 100 μ l를 Tryptic Soy Agar (TSA) 2매에 도말 후 배양(중온균: 37°C, 18-24시간; 고온균: 55°C, 24-48시간) 및 계수한 집락으로 포자 수 정량

- 열저항성 분석 결과, 100°C에서 20분 간 처리 후 생존한 분리균주는 아래 표 115와 같다. *Geobacillus* sp.는 이와 같이 극 열저항성 포자 형성이 가능하여 일반적인 유제품 제조 공정에 활용되는 살균 처리 조건으로 제어하기 어려우며, ‘8.2.1.2.2. 질산대사 및 열저항성 포자 형성 특성을 기준으로 한 주요 관리 균주 선정’의 ‘가. 질산대사 가능 분리균주의 생장·대사패턴 분석’ 단계에서 확보한 주요 관리 필요 균주(빠른 생장 및 질산 대사 특성을 나타낸 *Geobacillus* sp. 균주) 또한 극 열저항성 포자를 형성할 수 있는 것으로 확인되었기 때문에 극 열저항성 포자 형성이 가능한 *Geobacillus* 균주 대상의 제어 전략 마련이 필수적이다.

표 119. 질산대사가 가능한 조제분유 분리균주 동정 결과

구분	극 열저항성 포자 형성 평가 결과 (형성 가능 균주 수/총 균주 수)
중온성 분리균주	<i>Bacillus</i> (5/65), <i>Paenibacillus</i> (0/3), <i>Brevibacillus</i> (0/1), <i>Anoxybacillus</i> (0/1)
고온성 분리균주	<i>Geobacillus</i> (60/60), <i>Bacillus</i> (0/3)

9. 조제분유 생산단계에 적용 가능한 전방위형 미생물 제어 기술 개발

- 본 연구에서는 조제분유의 품질 및 안전성에 영향을 미칠 수 있는 미생물을 제어하기 위한 원천 기술의 개발 및 생산단계 적용을 통해 안전관리 기반을 구축하였다. 제어 기술의 적용 대상은 1) 식중독균 및 2) 질산 대사 및 열저항성 특성을 위주로 선정된 주요 관리 균주로, 개발 대상 살균 기술에 대한 저항성이 높은 미생물 종을 대상으로 연구를 수행하여 활용 범위가 넓은 기술을 개발하였다.
- 앞서 ‘8.1. 조제분유 안전관련 국제 이슈 및 위험요소 분석’의 문헌 조사 결과 주요 식중독균의 경우 살균단계 등 일반적인 생산공정 중 제어가 가능하나, 분무건조 이후 단계에서의 오염(가공 후 오염)이 발생할 수 있는 문제가 있어 완제품을 대상으로 한 제어 전략 도입이 필요할 것으로 판단하였다. 또한 ‘8.2 조제분유 위험요소 제어전략 수립’의 주요 관심 균주 확보 및 특성 연구 결과 해당 균주의 대사 및 생장이 가능한 공정 단계(살균 이후, 분무건조 전 단계)를 대상으로 미생물 제어 기술의 적용 필요성을 시사하였다.
- 이에 조제분유 생산단계 대상 미생물 제어 기술 개발 및 적용의 범위는 1) 살균 단계 개선을 통한 미생물 사멸, 2) 주요 관심 균주의 대사 및 생장 제어, 3) 완제품의 안전성 관리 전략 적용으로 선정하였으며(그림 151), 본 과제를 통해 확보된 결과들을 기반으로 생산단계 주요 관리점에 대한 안전관리 시스템을 구축하고자 하였다.

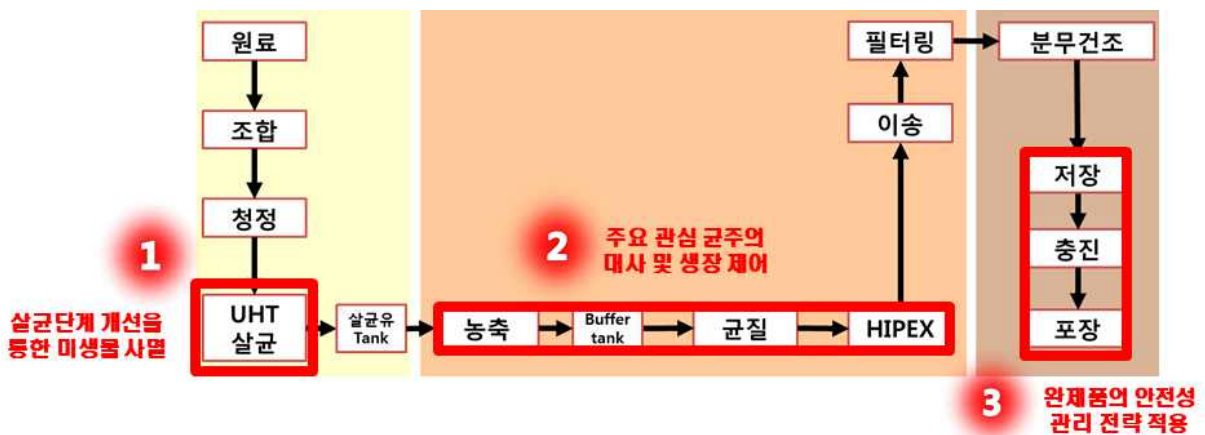


그림 151. 조제분유 생산단계에 적용 가능한 전방위형 미생물 제어 기술 개발의 범위.

9.1. 관계법령 및 현장 제조라인을 고려한 중국시장 맞춤형 조제분유 살균기술

- 중국 수출용 조제분유의 경우 제조 시 첨가 가능한 물질이 관련 법규를 통해 제한 지정되어 있으며, 본 과제에서는 아래 표 116과 같이 지방산 모노/디글리세라이드, 산성 및 염기성 산도조절제, 면역강화성분, 바닐린 및 그 유도체 등 항균 기능성을 가진 물질의 살균능을 평가하고자 하였으며, 중국 수출용 조제분유에 적용 가능한 최적 살균기술 개발을 위해 관계법령 및 현장 제조라인을 고려하여 기술의 효능을 극대화하는 조건 탐색을 주요 목적으로 하였다.

표 120. 중국 조제분유 첨가 가능 항균 기능성 물질의 범위

분류	물질명
지방산 모노/ 디글리세라이드	지방산(Oleic, linoleic, linolenic, palmitic, behenic, stearic, lauric acid)의 모노/디글리세라이드
산성 산도조절제	시트르산(Citric acid), 젖산(Lactic acid), 시트르산삼나트륨(Trisodium citrate)
염기성 산도조절제	수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide)
면역강화성분	락토페린(Lactoferrin)
바닐린 및 그 유도체	바닐린(Vanillin), 에틸 바닐린(Ethyl vanillin)

- 기존 선행 연구 및 항균능의 스크리닝 결과를 기반으로, 높은 항균능을 나타내는 물질을 각 물질군으로부터 선정하였으며(모노라우린, 시트르산, 젖산, 수산화칼슘, 바닐린), 선정된 항균 기능성 물질을 1) 고온 단시간 살균 단계 적용을 통한 포자 사멸, 2) 위해미생물 배양 가능 온도 수준 단계 적용을 통한 살균 및 활성화 제어 전략 개발 과정에 활용하였다(표 117).

표 121. 항균 기능성 물질 활용 전략 및 목적별 연구 방식

목적	대상	연구 접근 방식
전략 1 고온 단시간 열처리 및 항균물질 첨가 조합	포자	- 사멸에 의한 저감화 연구
전략 2 위해미생물 배양 가능 온도 환경 하 항균물질 효능 최적화	생균	- 성장 저해 및 사멸 연구
	포자	- germination에 의한 생균의 성장 저해 연구

9.1.1. 살균 단계의 열처리 조건 및 항균물질 조합을 통한 살균능 평가

- 분유를 포함한 다양한 유제품 산업에서는 고온 단시간 열처리를 통한 살균 처리 단계가 이용되며 제품의 특성 및 목적에 따라 다양한 수준의 온도, 시간, 열처리 방식 등이 다양하게 적용될 수 있다(표 118).

표 122. 항균 기능성 물질 활용 기술 전략 및 목적별 연구 방식

구분	온도	처리 시간	비고
HTST	74°C	30초	우유류 살균
Pasteurization	70°C	5분	조제분유 생산공정에서 이용되는 사전 열처리
	90-95°C	5-10분	
UHT	120-140°C	1-5초	조제분유 생산공정에서 이용되는 주 살균 방식

- 본 연구에서는 조제분유 생산공정에 이용되는 주 살균 방식의 시뮬레이션을 위해 단 시간 내 목표 온도의 가열 및 냉각이 가능한 방식을 이용하고자 하였으며, 가열 전까지의 열처리 시간과 열처리 완료 후 냉각되는 과정에서 노출되는 열처리 시간을 최소화할 수 있는 capillary tube 활용 미생물 제어 연구를 수행하였다(표 119).

표 123. 고온단시간 열처리 및 항균물질 조합의 capillary tube 이용 연구방식 선정 근거.

적용 방식	적용 용량 (ml)	열처리 기구	Heating-lag correction(z=10°C)
Glass tube(sealed)	2	Water bath(~90°C)	0.9-1.2 min(steam)
Glass tube(screw-capped)	2-5	Oil bath(>90°C)	2.0 min
		Miniature autoclave	
Metal tube(Al)	1	Water bath(~90°C)	2.0 min
		Oil bath(>90°C)	
		Miniature autoclave	
Capillary tube(glass)	0.01-0.1	Water bath(~90°C) Oil bath(>90°C) Miniature autoclave	Negligible
Thermal death-time can	13-16	Water bath(~90°C)	0.6-2.0 min(steam)
		Oil bath(>90°C)	
Cup	0.01-0.02	Miniature autoclave	Negligible

- 살균 단계 시뮬레이션은 아래 그림 152와 같은 절차로 수행되었다.
- ☑ '8.2.1.2.2. 질산대사 및 열저항성 포자 형성 특성을 기준으로 한 주요 관리 균주 선정'에서 사용된 동일한 방법으로 형성된 포자액을 멸균생리 식염수로 10진 희석하여 6-7 log CFU/ml 수준 농도의 포자액 확보
- ☑ 열처리용 capillary tube에 30 µl 포자액을 분주하고 tube의 2/3 지점으로 이동시킨 뒤, capillary tube 양 끝을 녹여 sealing 수행
- ☑ 예열된 oil bath에 capillary tube를 담가 목표 시간만큼 열처리
- ☑ 처리 완료 후 capillary tube를 꺼내 바로 얼음물에 넣어 열처리 종결
- ☑ 냉각된 tube는 멸균된 비눗물(세제 + 멸균 증류수)에 넣어 세척한 후 멸균 증류수로 다시 한 번 세척 및 70% alcohol 침지를 통해 tube 표면 멸균 수행
- ☑ Capillary tube 한쪽 끝을 부순 뒤 입구를 화염 멸균하였고, 반대쪽도 같은 방식으로 화염 멸균 후 0.85% 멸균생리 식염수 270 µl를 통과시켜 포자액 회수
- ☑ 회수된 포자액을 0.85% 멸균생리 식염수로 10진 희석한 단계별 희석액 100 µl를 TSA 2매에 접종한 후 중온균은 37°C에서 18-24시간, 고온균은 55°C에서 24-48시간 배양하여 계수한 집락으로 g 당 포자 수 정량

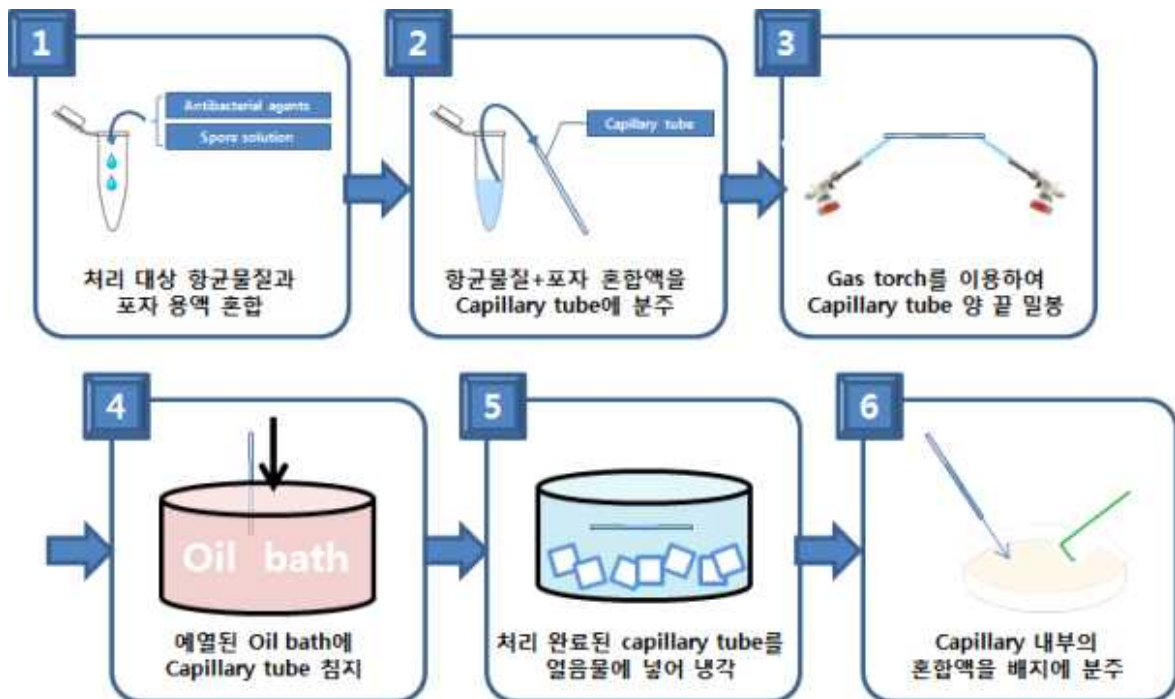


그림 152. 고온단시간 열처리 및 항균물질 첨가 조합을 통한 포자 살균기술 연구 방식.

○ 실험 결과 기준에 보고된 바와 같이 관련 중국 법규에 기재된 주요 식중독균(*C. sakazakii*, *Salmonella* spp., *S. aureus*)은 단시간 고온 열처리 과정으로도 완전 사멸이 가능한 반면, 극 열저항성 포자 생산이 가능한 주요 관리 대상균(*Geobacillus*)의 경우 단시간 고온 열처리와 항균물질 조합을 통한 제어가 불가능한 것으로 파악되었다. 기존 동 포자형성균 대상 살균 기술 관련 선행 연구 사례에 따른 목표하는 수준의 살균 조건의 경우 제품 품질에 열화의 문제로 적용이 불가능하다(표 120).

표 124. 고온의 열처리에 의한 포자 살균 관련 선행 연구 사례

대상균주	주요 내용	출처
<i>Bacillus sporothermodurans</i>	온도 효과 확인을 위해 k_{max} value 분석	Zuijlen et al. (2010)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , <i>Bacillus subtilis</i>	spores의 열처리로 인한 survival과 DPA release 측정	Xu et al. (2009)
<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Clostridium sporogenes</i>	spore에 대한 압력과 열의 synergistic inactivation은 strain과 식품 종류에 따라 다름을 F value로 확인	Bull et al. (2009)
<i>Bacillus anthracis</i>	우유에서의 <i>B. anthracis</i> 열 제어능 확인	Xu et al. (2006)
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	pH, 온도, 가열시간에 따른 대상균 population 변화를 몬테카를로 시뮬레이션 이용하여 확인	Ferrer et al. (2006)
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	압력 동반 열처리 공정에서 계란 패티 대상 D value, log reduction 확인	Rajan et al. (2006)
<i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus pumilus</i>	Thermal preservation 모델 검증	Mafart et al. (2002)
<i>Alicyclobacillus acidoterrestris</i>	열대과일즙의 상태 별(rehydration, 4개월 냉동, 8개월 냉동) D value와 Z value 확인	Vieira et al. (2002)
<i>Bacillus cereus</i>	등온 가열과 변온 가열의 제어능 차이 확인	Fernandez et al. (2001)
<i>Bacillus cereus</i>	Recovery medium의 pH와 NaCl에 따른 D value와 Z_{pH} value 확인	Leguerinel et al. (2000)

○ 또한 Ohmic heating 등 기타 물리적 처리의 조합 기술 역시 생산공정 적용성을 판정하는 지표를 기준으로 할 때 실질적인 활용에는 어려움이 있을 것으로 판단하였다.

9.1.2. 위해미생물 배양 가능 온도 환경 하 항균물질 활용 기술 개발

- ‘9.1.1. 살균 단계의 열처리 조건 및 항균물질 조합을 통한 살균능 평가’의 연구 결과 본 과제를 통해 도출된 주요 관리 대상균의 경우 살균단계의 개선을 통한 제어에 한계가 있는 것으로 확인되었다. 반면, 활용 대상 항균 기능성 물질로 제조된 recovery medium을 이용한 제어 연구 결과 해당 균의 성장 및 대사가 가능한 조건 하 항균물질 활용 시 대상균이 사멸하는 조건의 도출이 가능함을 확인하였다.
- 이에 주요 관심 대상균의 영양 세포 및 포자를 대상으로 항균물질의 효능 평가 지표인 MIC (Minimum Inhibitory Concentration) 및 MBC (Minimum Bactericidal Concentration)를 확인하고자 하였다(표 121).
 - ☑ 대상 항균물질이 첨가된 영양배지(TSB) 내 배양액 첨가 후 55°C에서 24시간 배양
 - ☑ 배양 완료 후 용액 내 잔류 균수를 도말법으로 확인하여 MIC 및 MBC 도출

표 125. 포자 대상 항균물질 처리 기술 실험 조건

대상균 (type strain 사용)	<i>G. stearothermophilus</i> 영양 세포 및 포자
초기 포자 농도	4-5 log CFU/ml
배양 조건	TSB, 55°C / 4, 8, 12시간, 1, 3, 7일
대상 항균 기능성 물질	Monolaurin, Citric acid, Lactic acid, Calcium hydroxide, Vanillin (5-fold method 기반 적용; 5, 1, 0.2, 0.04, 0 mM)

- 실험 결과 모노라우린을 이용한 대상균 제어가 가능함을 확인하였다. 영양 세포의 경우 0.2 mM 적용 시 완전 사멸하였으며, 포자의 경우 germination 및 regrowth 현상이 제어되었다. 그 외 적용 대상 항균 기능성 물질은 적용성에 한계가 있어 시너지 살균 기술 개발을 위한 조합 대상 물질로 활용할 수 있을 것으로 판단하였다(표 122).

표 126. 조제분유 첨가 가능 항균 기능성 물질의 제어 기능 평가 결과

Monolaurin	Citric acid	Lactic acid	Calcium hydroxide	Vanillin
MBC: 0.2 mM	MIC: > 5 mM	MIC: > 5 mM	MIC: > 5 mM	MIC: 5 mM MBC: > 5 mM

- 항균 기능성 물질 중 *Geobacillus*에 대해 가장 높은 효과가 나타난 monolaurin은 천연 유래의 중쇄지방산인 lauric acid를 이용하여 제조된 모노글리세라이드로, 천연 유래 물질인 lauric acid에 의한 대상균 저해 효과 또한 확인될 경우 향후 식품 원료(천연 항균 물질) 첨가를 통한 대상균 제어 기술 적용이 가능할 것으로 판단하였다. 이에 lauric acid 및 기타 천연 유래의 중쇄지방산류(capric acid, caprylic acid)의 대상균 제어 효과를 확인하고 기타 중국 수출제품 대상 항균 기능성 물질 중 천연 유래의 살균 성분으로 알려진 citric acid 및 lactic acid를 활용한 항균 시너지 기술을 개발하였다.
- 항균 시너지 기술은 ‘단독 처리 효과 확인 및 각 중쇄지방산+유기산 최적 조합 조건 도출’ 후 ‘살균 효과 모델링을 통한 기술 적용성 평가(적용 범위 및 조건 등) 및 조건 최적화’ 과정을 통해 개발되었다. 본 개발 기술은 특히 ‘지오바실러스 스테아로써모필러스에 대한 살균용 조성물 및 이를 이용한 살균 방법(10-1811263-0000)’ 성과화(등록)를 진행하였으며, 세부 내용은 아래와 같다.
- ☑ 중쇄지방산 및 유기산 조합 처리 효과(그림 153): 대상 중쇄지방산(lauric acid, capric acid, caprylic acid)과 유기산(citric acid, lactic acid) 각 0.05 mM 및 0.025 mM 조합 처리 결과 lauric acid 0.025 mM + citric acid 0.025 mM 조합 시 대상균을 완전 사멸할 수 있는 수준의 항균 시너지 효과를 도출할 수 있음을 확인하였다.
 - ☑ RSM 모델링을 위한 조합 처리 디자인 및 효과(그림 154): 중쇄지방산 및 유기산 조합 처리 효과 비교 시 대상균의 완전 사멸이 가능했던 최소 농도 조합 조건(0.025 mM 조합)보다 낮은 수준의 조합에서 최적 효과 확보 가능 조건을 도출하고 다양한 농도 및 시간 범위에서의 효과를 검증하기 위하여 lauric acid 및 citric acid 각 0.075, 0.01, 0.0125, 0.015, 0.0175, 처리 온도 30, 40, 50, 60, 70°C, 처리 시간 1, 3, 5, 7, 9분에 대한 box-behnken design 활용 RSM 모델링을 수행하였다. 시험 결과를 토대로 최적 시너지 살균 조합 기술 적용 조건을 도출하였다. 조건별 효과 예측이 가능한 모델식에 대한 개발뿐 아니라 각 독립변수에 대한 종속변수의 반응 표면 상태를 나타내는 3차원 그래프를 도출하였다(그림 155).
- 본 과제에서 확보한 항균 시너지 기술은 고온성 포자형성균 대상으로 개발된 상기 기술 외에도 동 계열의 천연 항균물질(시트러스계 물질, 중쇄지방산류, 유기산류 등)의 조합 처리 기술 개발에도 활용하여 조제분유 및 유가공품 작업 환경 중 존재하는 다양한 미생물에 대한 제어 효과를 확인하였으며, 생산공정 적용 방안에 대한 산·학 간 논의를 진행하였다.

그룹	구분	지방산 처리 조건		유기산 처리 조건	
		종류	농도(mM)	종류	농도(mM)
대조구	비교예 1	-	-	-	-
양상 대조구	비교예 2	카프릴산	0.05	-	-
	비교예 3	카프릭산	0.05	-	-
	비교예 4	라우린산	0.05	-	-
	비교예 5	-	-	구연산	0.05
	비교예 6	-	-	젖산	0.05
	비교예 7	카프릴산	0.025	-	-
	비교예 8	카프릭산	0.025	-	-
	비교예 9	라우린산	0.025	-	-
	비교예 10	-	-	구연산	0.025
	비교예 11	-	-	젖산	0.025
	실험구	실시예 1	카프릴산	0.05	구연산
실시예 2		카프릭산	0.05	구연산	0.05
실시예 3		라우린산	0.05	구연산	0.05
실시예 4		카프릴산	0.05	젖산	0.05
실시예 5		카프릭산	0.05	젖산	0.05
실시예 6		라우린산	0.05	젖산	0.05
실시예 7		카프릴산	0.025	구연산	0.025
실시예 8		카프릭산	0.025	구연산	0.025
실시예 9		라우린산	0.025	구연산	0.025
실시예 10		카프릴산	0.025	젖산	0.025
실시예 11		카프릭산	0.025	젖산	0.025
실시예 12		라우린산	0.025	젖산	0.025

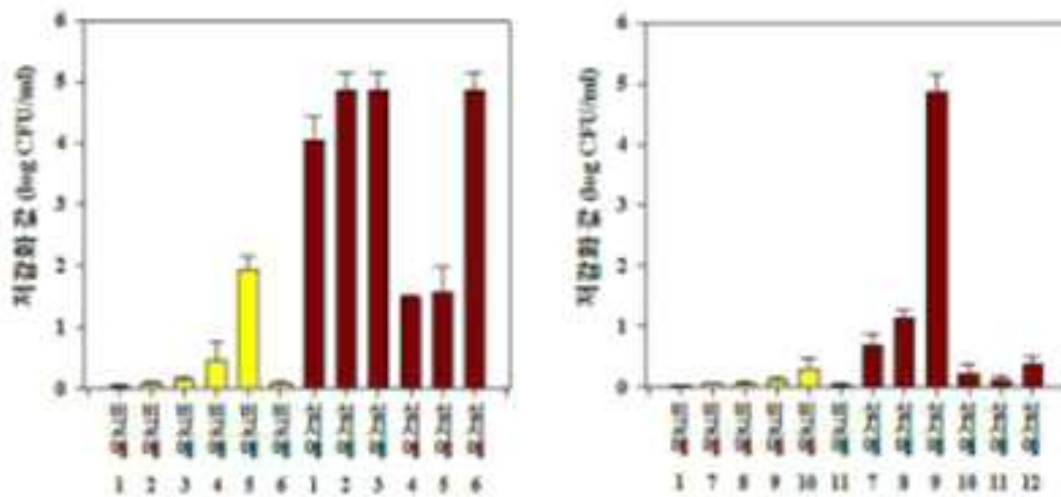


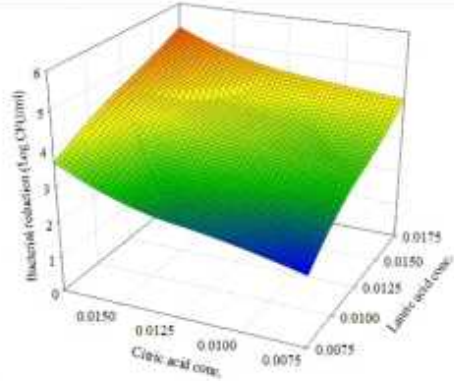
그림 153. 중쇄지방산 및 유기산 조합 처리에 따른 대상균 살균 효과 비교.

요인	부호	구간				
		-2	-1	0	+1	+2
라우린산 농도(mM)	x_1	0.0075	0.01	0.0125	0.015	0.0175
구연산 농도(mM)	x_2	0.0075	0.01	0.0125	0.015	0.0175
처리 온도(°C)	x_3	30	40	50	60	70
처리 시간(분)	x_4	1	3	5	7	9

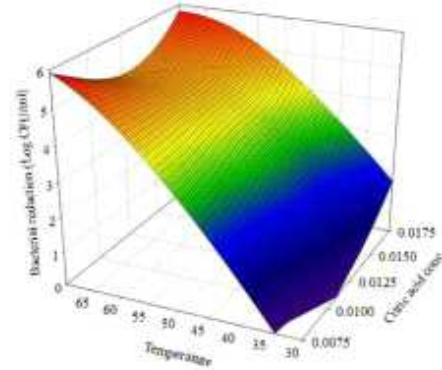
그룹	구분	조건								효과
		라우린산(mM)		구연산(mM)		온도(°C)		시간(min)		저감화(Log CFU/ml)
		x_1	(X_1)	x_2	(X_2)	x_3	(X_3)	x_4	(X_4)	Y_1
실험점 (Factorial points)	1	-1	(0.01)	-1	(0.01)	-1	(40)	-1	(3)	0.62 ± 0.34
	2	+1	(0.015)	-1	(0.01)	-1	(40)	-1	(3)	1.46 ± 0.20
	3	-1	(0.01)	+1	(0.015)	-1	(40)	-1	(3)	1.34 ± 0.31
	4	+1	(0.015)	+1	(0.015)	-1	(40)	-1	(3)	2.18 ± 0.44
	5	-1	(0.01)	-1	(0.01)	+1	(60)	-1	(3)	4.49 ± 0.36
	6	+1	(0.015)	-1	(0.01)	+1	(60)	-1	(3)	4.87 ± 0.13 (ND)
	7	-1	(0.01)	+1	(0.015)	+1	(60)	-1	(3)	4.77 ± 0.18
	8	+1	(0.015)	+1	(0.015)	+1	(60)	-1	(3)	4.87 ± 0.13 (ND)
	9	-1	(0.01)	-1	(0.01)	-1	(40)	+1	(7)	1.24 ± 0.40
	10	+1	(0.015)	-1	(0.01)	-1	(40)	+1	(7)	2.88 ± 0.52
	11	-1	(0.01)	+1	(0.015)	-1	(40)	+1	(7)	1.94 ± 0.42
	12	+1	(0.015)	+1	(0.015)	-1	(40)	+1	(7)	3.88 ± 0.29
	13	-1	(0.01)	-1	(0.01)	+1	(60)	+1	(7)	4.87 ± 0.13 (ND)
	14	+1	(0.015)	-1	(0.01)	+1	(60)	+1	(7)	4.87 ± 0.13 (ND)
	15	-1	(0.01)	+1	(0.015)	+1	(60)	+1	(7)	4.87 ± 0.13 (ND)
	16	+1	(0.015)	+1	(0.015)	+1	(60)	+1	(7)	4.87 ± 0.13 (ND)
꼭지점 (Axial points)	17	-2	(0.0075)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	2.59 ± 0.31
	18	+2	(0.0175)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	4.42 ± 0.33
	19	0	(0.0125)	-2	(0.0075)	0	(50)	0	(5)	3.21 ± 0.14
	20	0	(0.0125)	+2	(0.0175)	0	(50)	0	(5)	4.56 ± 0.15
	21	0	(0.0125)	0	(0.0125)	-2	(30)	0	(5)	0.29 ± 0.24
	22	0	(0.0125)	0	(0.0125)	+2	(70)	0	(5)	4.87 ± 0.13 (ND)
	23	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	-2	(1)	1.54 ± 0.19
	24	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	+2	(9)	4.74 ± 0.15
	25	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	4.37 ± 0.28
중심점 (Central points)	26	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	4.27 ± 0.42
	27	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	3.82 ± 0.19
	28	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	3.87 ± 0.22
	29	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	4.14 ± 0.30
	30	0	(0.0125)	0	(0.0125)	0	(50)	0	(5)	3.90 ± 0.11

그림 154. RSM 모델링을 위한 lauric acid+citric acid 조합 처리 디자인 및 결과.

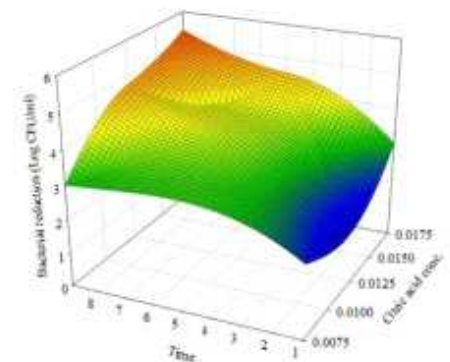
도 3. 라우린산-구연산



도 5. 구연산-온도

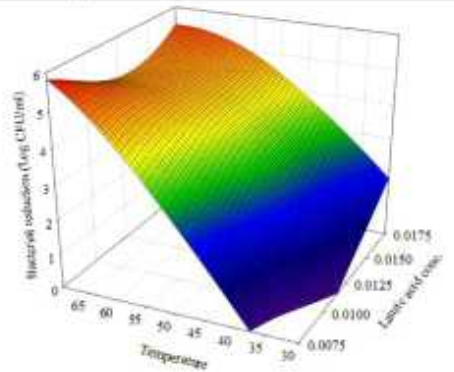


도 7. 구연산-시간



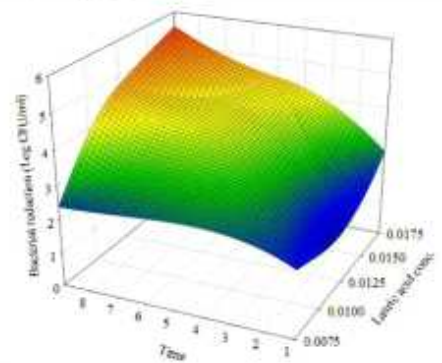
【도 4】

도 4. 라우린산-온도



【도 6】

도 6. 라우린산-시간



【도 8】

도 8. 온도-시간

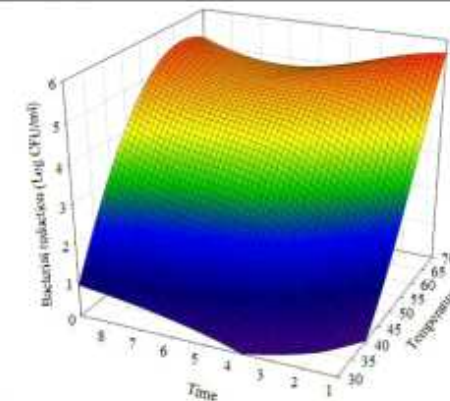


그림 155. RSM 모델링 결과 - 각 독립변수에 대한 종속변수의 반응 표면 상태를 나타내는 3차원 그래프.

9.2. 조제분유 공정 시스템 혁신을 위한 미생물 제어 기술 도입 전략 수립

○ '9.1. 관계법령 및 현장 제조라인을 고려한 중국시장 맞춤형 조제분유 살균기술'에서 제시된 기존 공정단계의 개선을 통하여 주요 관리 대상균의 제어가 가능한 것으로 판단하였으며, 제조 공정 단계 및 조건의 변화에 대응하기 위하여 새로운 미생물 제어 기술 및 장비의 도입 전략을 구축하였다. 본 과정을 통해 제안된 제어 전략은 조제분유 생산공정 적용에 대한 산·학 간 논의를 통해 활용 방안이 결정되었다(표 123).

표 127. 조제분유 공정에 적용 가능한 미생물 제어 기술별 도입 전략

<p>자외선 (UV-C)</p>	<p>자외선은 다양한 미생물에 대한 살균 효과를 나타내 식품·용수 살균에 활용되며, 가공 공정에서는 도구·기기의 표면 살균, 실내 공간의 살균 등에 이용될 수 있다. 분유 관련 미생물의 경우 <i>C. sakazakii</i>, <i>Salmonella</i> spp. 등 병원성 세균에 대한 살균 기술이 보고되어 있으며, 본 연구에서 <i>Bacillus</i> 계열의 포자형성균을 대상으로 한 표면 살균 효과를 확인하였다(그림 156).</p> <div data-bbox="494 963 1260 1243"> </div> <p>그림 156. 주요 관리 대상균에 대한 UV-C 살균 효과.</p> <p>특히 본 기술은 환경 또는 제품 용기·도구로부터 기인하는 완제품의 오염 예방에 활용될 수 있다. 이에 자외선 터널을 활용한 분유통 및 스푼 살균, 완제품 취급 구역의 실내 공간 살균을 통해 주요 관리 대상균의 제어 전략을 제시하였다.</p>
<p>초임계</p>	<p>본 연구진은 조제분유 완제품의 초임계 처리를 통한 <i>C. sakazakii</i> 제어 기술을 개발하여 가공 완료된 제품의 안전성 확보 전략을 제시한 바 있으며, 공정 적용 방안에 대한 산·학간 논의를 진행하였다(그림 157).</p> <div data-bbox="351 1612 1404 1937"> </div> <p>그림 157. 분유 내 <i>C. sakazakii</i> 살균을 위한 (A) 초임계 장비, (B) 실험 결과.</p>

표 123. 조제분유 공정에 적용 가능한 미생물 제어 기술별 도입 전략(계속)

본 연구진은 *C. sakazakii*의 가공 후 오염의 문제로 조제분유 완제품을 대상으로 한 검출 기술을 주요 제어 전략 중 하나로 제시한 바 있으며, 기존 검출법의 단점(장시간 분석 시간 필요, 복잡한 분석 단계, 고비용 등)을 보완하기 위하여 신속편이 검출법을 개발하였다. 분유 내 *C. sakazakii*의 검출에 특화된 LabChip-based molecular diagnosis 개발을 위하여 RT-PCR 시스템을 구축하였으며 개발된 kit 대상의 specificity(그림 158) 및 sensitivity test(그림 159)를 통해 검출능을 검증하였다.

신속
검출기술

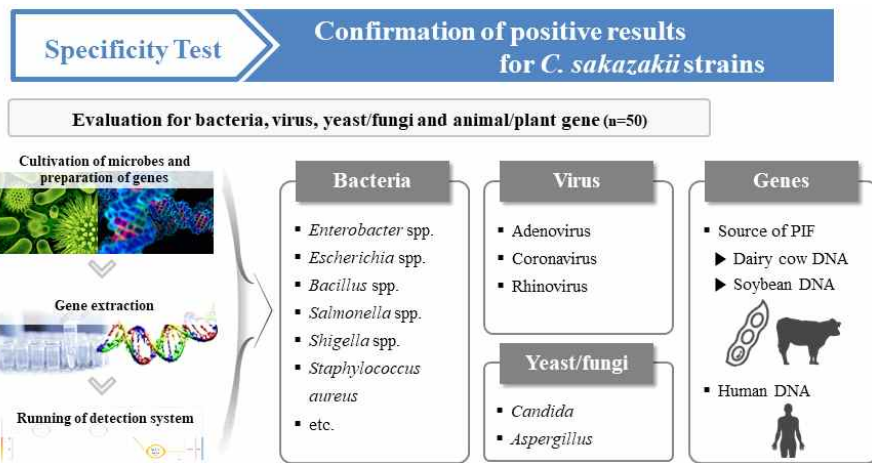


그림 158. 개발된 기술의 검출능 검증을 위한 specificity test 개요.

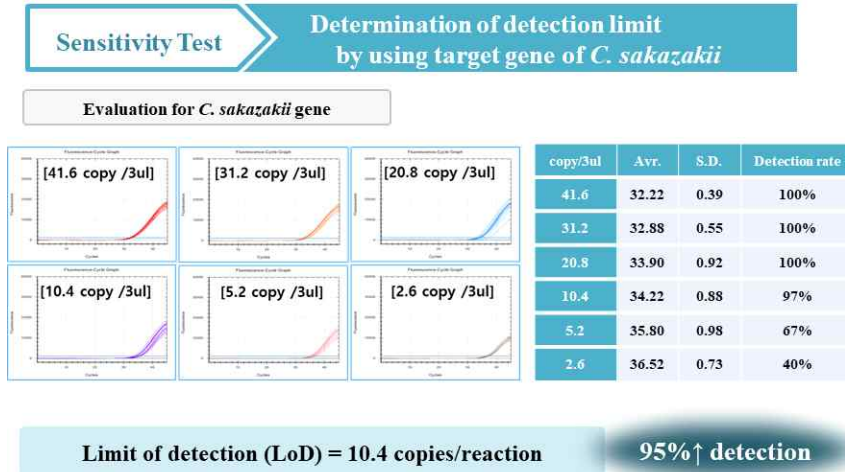


그림 159. 개발된 기술의 검출능 검증을 위한 sensitivity test 개요.

해당 검출기술의 분유 제품 적용 시 '약 1 CFU/300 g 분유'의 초기 오염도 수준에서 멸균 증류수를 이용한 12시간 배양 시 용이한 검출이 가능한 것으로 나타났다. 이에 해당 장비 및 키트의 현장 적용이 가능하도록 관련 기술 및 정보를 제공하였다.

10. 조제분유의 생산-소비 전 단계 대상 안전관리 시스템 확립

○ 본 과제를 통한 조제분유의 미생물학적 위험요소 도출 및 제어 연구를 수행하였으며, 그 결과 공정단계부터 소비단계까지 대중국 수출용 조제분유의 미생물학적 안전성을 확보할 수 있는 전략과 그에 따른 기반 연구 결과를 제공하였다(그림 160).



그림 160. 본 과제를 통해 제시한 생산-소비 전 단계 대상 안전관리 시스템 확립을 위한 기반 연구의 개요.

10.1. 조제분유 생산단계의 미생물학적 안전관리 시스템 구축

○ 본 과제를 통해 수행된 ‘조제분유의 미생물학적 위험요소 분석’ 및 ‘조제분유 생산공정에 적용 가능한 위험요소 저감 기술 개발’을 토대로 조제분유 생산 현장에 적용 가능한 전략적 안전관리방안을 도출하였다. 이와 같은 생산공정 관리 전략은 실질적인 안전관리 시스템 구축의 기초 자료로 활용되었다(그림 161).

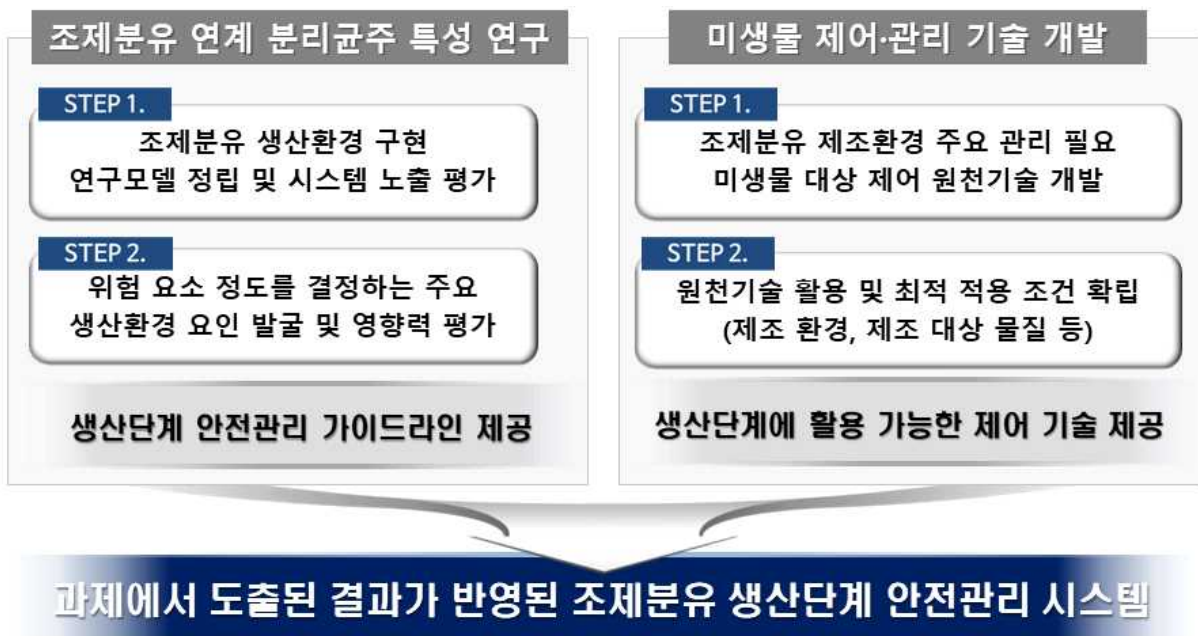


그림 161. 개발기술의 조제분유 생산단계 현장 적용 최적화 연구 개요.

- 본 과제의 주요 연구 결과를 기반으로 한 생산단계 안전관리 전략은 표 124와 같다.
- ☑ 8. 조제분유의 안전관리 위험요소 분석 및 제어전략 수립: [미생물 모니터링] - [주요 제어 대상 미생물 특성의 심층 분석을 통한 위해도 결정, 조제분유 생산 환경 및 제어 기술 적용에 의한 주요 제어 대상 미생물 특성 변화 정보 확보]의 과정을 통해 수행되었으며 질산 대사 및 극열저항성 포자 생산이 가능한 균주 대상 관리 필요성을 시사하였다. 따라서 1) 유전자적, 생리학적 특성의 다각도 심층 분석을 통한 관심 미생물 고유 정보 파악, 2) 생산 제품의 구성 및 특성에 따른 최종제품 품질 및 안전성 영향 정보 파악을 통해 관련 지식 플랫폼을 구축·관리할 필요가 있다.
- ☑ 9. 조제분유 생산단계에 적용 가능한 전방위형 미생물 제어 기술 개발: 주요 관리 대상균의 생장 및 대사가 가능한 조건에 적용 가능한 미생물 제어 기술을 개발하였으며, 식중독균의 경우 생산공정의 기존 안전관리 조건에서 충분한 제어가 가능함을 확인하였다.

표 128. 본 과제의 주요 연구내용 및 결과를 기반으로 한 안전관리 전략 도출

연구 내용	연구 결과	안전관리 전략
조제분유 공정별 미생물 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> - 원료로부터 유래한 고온성 포자형성균은 열저항성 포자 형성을 통해 일반적인 조제분유 생산공정 내 열처리 조건에 의한 사멸이 일어나지 않으며, 전 공정 전반에 존재 가능 - Obligate thermophile의 존재 확인 - 주요 병원성 세균은 검출되지 않음 	원료 선별 및 검수를 통한 제조 공정 투입 전 중고온성 미생물 수준 관리 공정 단계별 분리균주 확보 및 특성 연구 수행을 통한 주요 관리 대상 미생물 라이브러리 및 관리 체계 구축
조제분유 생산공정 분리균주의 질산 대사 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 분리균주의 질산 대사에 질산이온이나 아질산이온 이용 가능 - 대부분의 분리균주가 두 기질을 모두 이용하는 특성 보유 - 시간별 질산이온 감소·아질산이온 생산량 특정 패턴 확인 - 질산 대사가 가능한 온도는 중온부터 고온까지 매우 넓은 범위에 해당하며 다양한 중고온성 분리균주가 그에 해당하는 넓은 범위에서 최적 온도를 나타냄 	주요 관리 대상균의 생장 및 대사가 가능한 조건의 공정 단계 조사 및 질산 대사의 진행 수준 모니터링 온도 조절에 의한 안전관리의 한계 극복 방안으로 그 외 대사 영향 요인(균수, 기질량 등)에 대한 연구모델 활용
조제분유 생산공정 분리균주의 극열 저항성 포자 특성 연구 조제분유 생산공정 중 살균 열처리 단계의 미생물 제어능 평가	<ul style="list-style-type: none"> - 극열저항성 포자를 만들 수 있는 세균의 존재 확인 - 기존 고온 열 살균 처리에 의한 포자 제어의 한계 확인 	살균 단계 이후 생산공정 내 미생물의 생장 또는 대사가 이루어질 수 있는 환경에 대한 집중 관리
조제분유 생산공정에 적용 가능한 미생물 제어 기술의 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 관리 대상균의 생장 제어에 효과를 나타내는 항균 기능성 물질 확보, 생장 및 대사 가능 조건 범위 대상 항균 기능성 물질 활용 기술 개발 	포자형성균의 대사를 제어할 수 있는 제어기술의 개발 및 적용

- 상기와 같이 도출된 안전관리 전략의 제조 현장 적용을 위하여 제어 필요 요소(병원성세균, 질산/아질산염) 관리의 측면에서 주요 관리 대상 공정 단계(그림 162)에 대한 관리 전략을 마련함으로써 새로운 생산 안전관리 시스템을 제안하였다.



그림 162. 안전관리 전략 도입 대상 단계 구분(원료 및 공정 단계).

- 안전관리 시스템의 현장 적용 시 한계점 및 애로사항에 대한 산·학간 의견 교류를 통해 최적 적용안을 마련하였으며, 표 125와 같이 조제분유 생산공정을 고려한 맞춤형 안전관리 시스템을 확립하였다. 본 과제를 통해 확보된 주요 관리 요소의 위해 정보를 반영한 안전관리 조건 개선과 제어 기술의 도입은 생산 현장 적용 실효성, 품질·안전관리의 효율성 및 기술도입의 경제성 등을 기준으로 선정하였다.
- 안전관리 대상 생산 단계별로 제안된 안전관리 지표에 근거하여 대중국 수출용 조제분유 제품의 생산공정 관리를 수행한 결과 모든 지표 항목에 대해 적합한 수준의 위험요소 관리가 가능하였다.
- 또한 개발 전략이 도입되어 생산된 조제분유의 기존 대중국 수출 제품 관리 기준에 따른 품질평가 수행 결과 또한 기술 처리 전·후 유의적인 품질 변화가 발생하지 않는 것으로 확인되었다.
 - ☑ [평가 지표 1] 관리 대상 위험요소의 제어 여부: GB10765-2010에 근거한 병원성 세균 정성 분석, 질산/아질산염 함량 분석
 - ☑ [평가 지표 2] 관능적 품질변화: GB10765-2010의 4.1 관능검사 요구항목(색, 맛, 향, 조직형태, 용해성) 분석
 - ☑ [평가 지표 3] 이화학적 품질변화: GB10765-2010의 기준에 따라 제품에 정상 시력으로 식별이 가능한 외부 유입 이물의 여부 확인, 중국 식품안전 국가표준 GB5413-2010에 기술된 method 2에 근거한 용해성 적합도 분석
 - ☑ [평가 지표 4] 장기저장에 따른 품질변화: 저장 중 제품 내 미생물 및 품질변화 확인

표 129. 조제분유 생산단계별 제어 필요 요소에 대한 안전관리 전략 및 지표

대상 단계	제어 필요 요소	안전관리 전략	안전관리 지표
원료	질산 대사 가능 중고온성 세균 공정단계 질산 대사의 기질로 이 용되는 질산염	원료 선별 및 검수를 통한 질산 대사 미생물 및 초기 기질량 최소화	중고온성 미생물 수 분석 결과 질산염 함량 분석 결과
살균 구간 (살균 처리)	원료 또는 환경에서 유래한 조유 내 병원성 세균	고온 단시간 살균 처리로 병원성 세균 사멸	살균 처리 온도·시간 유지
고온 작업 구간 (농축, 균질/혼합)	살균 단계 이후 생산공정 중 존 재하는 미생물의 질산 대사에 의 한 아질산이온 생산	주요 관리 대상 공정 단계별 질산 대사의 진행 수 준 모니터링, 대사 패턴 분석 질산 대사 수준을 기반으로 선정한 주기마다 CIP 를 수행하여 공정 내 잔류 미생물 제거 공정 단계별 분리균주 확보 및 특성 연구 수행을 통한 질산 대사 미생물 라이브러리 관리	미생물의 질산 대사에 따른 제품 내 질산/아질산염 함량 변화 및 증 감 패턴 분석 결과를 기반으로 한 생산 조건 설정 여부 CIP 후 공정 내 미생물(biofilm 포 함) 존재 여부
분말 제품 취급 구간 (분무건조, 포장)	가공 단계 이후(분말화 이후) 공 기 등 환경에 의한 병원성 세균 오염 기타 경로의 위험요소 유입 (질산/아질산염, 유해금속, 병원 성 세균 등)	분말 취급 단계의 청결 구역 관리 (HEPA필터를 이용한 공기 관리, 자외선 살균 장치를 활용한 실내 공간 내 미생물 제어) 각 위험요소별 최적 검출 기술 적용을 통하여 완 제품의 안전성 검증	청결 구역 관리 기준 충족 여부 각 위험요소의 관리 대상 기준·규 격 적합 여부

10.2. 조제분유 소비단계 미생물학적 안전성 확보 전략 제공

- 앞서 ‘8.1.2 조제분유의 제조-소비 전 단계 안전관리 기반 연구 분야 도출’에서 확인한 바와 같이 조제분유 소비 단계에서 소비자의 부적절한 행동으로 인한 미생물학적 위해 발생 가능성이 존재하며 1) 분유 보관 시 부적절한 취급에 의한 교차오염, 2) 분유의 수화 조건 및 수화 후 분유의 저장이나 수유 과정 중 부적절한 취급에 의한 위해 미생물의 생존이나 대사의 문제가 발생될 수 있다.
- ‘분유의 수화 조건이나 수화 후 분유의 저장, 수유 시 올바른 행동 지침 및 근거 자료’의 경우 기존 관련 연구를 통해 올바른 취급 방식 및 조건이 보고된 바 있으며, 제품 내 지침서를 통해 관련 정보가 제공되고 있다.
- 반면, 조제분유의 수화 및 보관 과정에서 발생할 수 있는 교차오염의 경우 발생 가능성에 대한 인식은 있으나 관련 기반 연구가 이루어진 바 없어, 실질적인 위해 정도를 파악하기 위한 연구가 요구된다.
- 이에 본 과제에서는 조제분유의 수화 과정에서 [소비자의 손 - 스푼 - 분유]의 경로로 발생 가능한 교차오염에 대한 검증 연구를 수행하고자 하였다(그림 163). 소비자의 부적절한 분유 및 관련 도구 취급 시물레이션(그림 164)을 통해 각 경로별 교차오염 발생 정도에 대해 분석하였으며, 손에 의한 분유 취급 도구 오염 후 해당 위해 세균의 생존 수준과 분유 취급 도구에 의한 분유 오염 후 해당 위해세균의 생존 수준을 확인하여 위해 지속 정도를 검증하였다.



그림 163. 소비자에 의한 미생물학적 위해 발생(교차오염) 시나리오.

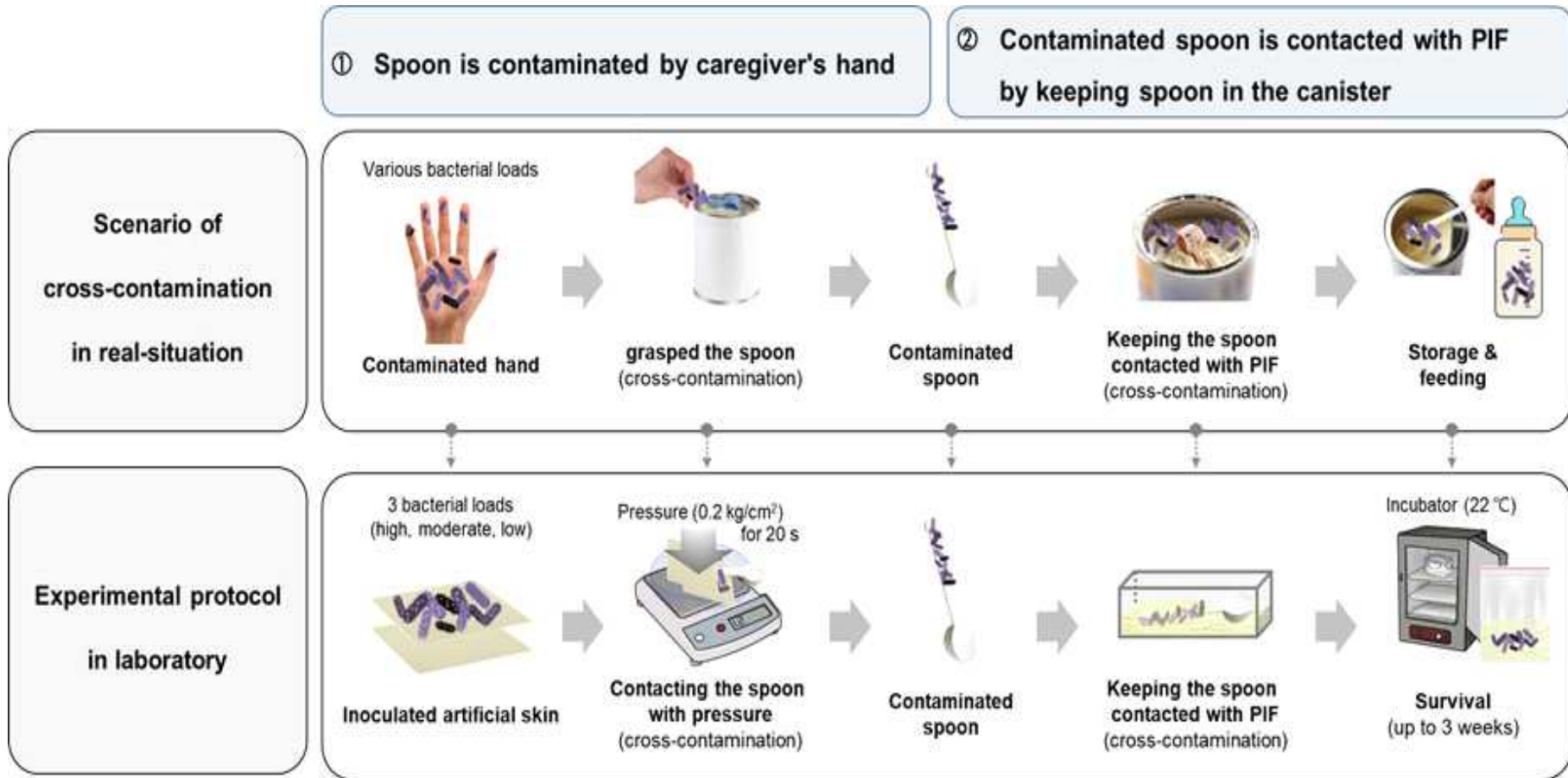


그림 164. 소비자에 의한 미생물학적 위해 발생(교차오염) 시나리오 및 시뮬레이션 연구 진행 방식.

○ 분석 결과 피부 표면의 초기 오염 수준에 따른 교차 오염 수준이 상이하게 나타나 High load (6 log CFU/hand) 수준에서는 [표면-분유 취급 도구-분유] 경로의 교차오염이 발생하였으며, 모든 대상 미생물이 분유 내에서 3 log CFU/g 이상으로 검출되었다. 반면 Moderate load (3 log CFU/hand) 및 low load (1 log CFU/hand) 수준에서는 교차오염이 발생하나 분유에서는 검출 수준 이하로 존재하는 것으로 확인되었다(검출 한계: 1.7 log CFU/PIF). 특히 low load 시험군의 경우 분유 취급 도구에서도 검출 수준 이하로 교차오염이 발생하였다(검출 한계: 0.7 log CFU/PIF)

표 130. [피부 표면 - 분유 취급 도구 - 분유]의 경로에 따른 교차오염 분석 결과(분석 대상 미생물 수 및 전이율)

오염 수준	대상 미생물	분석 대상 미생물 수			교차오염 전이율(%)	
		피부 표면 (CFU/hand)	분유 취급 도구 (CFU/spoon)	분유 (CFU/PIF)	피부 표면 - 분유 취급 도구	분유 취급 도구 - 분유
High load (6 log CFU/hand)	<i>C. sakazakii</i>	5.8 ± 0.3	5.3 ± 0.2 ^{ab}	3.7 ± 0.3	38.1 ± 18.6	3.5 ± 2.2
	<i>Salmonella</i> spp.	5.8 ± 0.1	5.2 ± 0.2 ^a	3.3 ± 0.3	24.5 ± 12.0	1.9 ± 1.2
	<i>S. aureus</i>	5.9 ± 0.1	5.5 ± 0.1 ^b	3.6 ± 0.1	33.9 ± 8.5	1.5 ± 0.6
Moderate load (3 log CFU/hand)	<i>C. sakazakii</i>	3.0 ± 0.1	2.4 ± 0.2	< 1.7 (20/20)	81.1 ± 5.8	-
	<i>Salmonella</i> spp.	2.9 ± 0.2	2.3 ± 0.2	< 1.7 (17/20)	80.3 ± 7.6	-
	<i>S. aureus</i>	2.9 ± 0.1	2.4 ± 0.2	< 1.7 (19/20)	84.0 ± 8.3	-
Low load (1 log CFU/hand)	<i>C. sakazakii</i>	1.0 ± 0.3	< 0.7 (19/20)	< 1.7 (3/20)	-	-
	<i>Salmonella</i> spp.	1.0 ± 0.2	< 0.7 (18/20)	불검출	-	-
	<i>S. aureus</i>	0.9 ± 0.2	< 0.7 (19/20)	< 1.7 (2/20)	-	-

○ 교차오염을 통해 전이된 위해 세균의 생존 수준 분석 결과 High load 수준에서는 분유 취급 도구 및 분유에 전이된 위해 세균이 3주(일반적인 분유 1통 소비 소요 시간)까지 생존할 수 있는 것으로 확인되었다(그림 165, 166). Moderate load의 경우 분유 취급 도구(그림 167)에서 3주까지, 분유의 경우 균종별 생존 수준의 차이가 나타났으나 48시간까지 생존이 확인되었다(표 127). Low load의 경우 분유에서는 교차오염된 모든 균이 4시간 내 사멸한 반면, 분유 취급 도구에서는 *C. sakazakii* 2주, *Salmonella* spp. 3일, *S. aureus* 2주까지 생존이 확인되었다(표 128).

표 131. Moderate load 수준 피부 표면 오염 시 교차 오염된 분유 내 균 생존 분석 결과

분석 시간 (h)	Moderate load 수준 피부 표면 오염 시 교차 오염된 분유 내 대상 병원성 세균의 생존 분석 결과(+: 생존, -: 사멸)		
	<i>C. sakazakii</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>C. sakazakii</i>
0 h	+++++	++++	+++++
4 h	+++++	++++	+++++
12 h	+++++	+++	+++++
24 h	+++++	+++	+++++
48 h	+++++	++	+++++
72 h	+++++	불검출	+++++
2 weeks	+++++	불검출	++
3 weeks	+++++	불검출	불검출

표 132. Low load 수준 피부 표면 오염 시 교차 오염된 분유 취급 도구에서의 균 생존 분석 결과

분석 시간 (h)	Low load 수준 피부 표면 오염 시 교차 오염된 분유 취급 도구에서의 대상 병원성 세균의 생존 분석 결과(+: 생존, -: 사멸)		
	<i>C. sakazakii</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>S. aureus</i>
0 h	+++++	+++++	+++++
4 h	+++++	+++++	+++++
12 h	+++++	+++	+++++
24 h	+++++	+++	+++++
48 h	+++	++	++
72 h	++	+	++
2 weeks	++	불검출	+
3 weeks	불검출	불검출	불검출

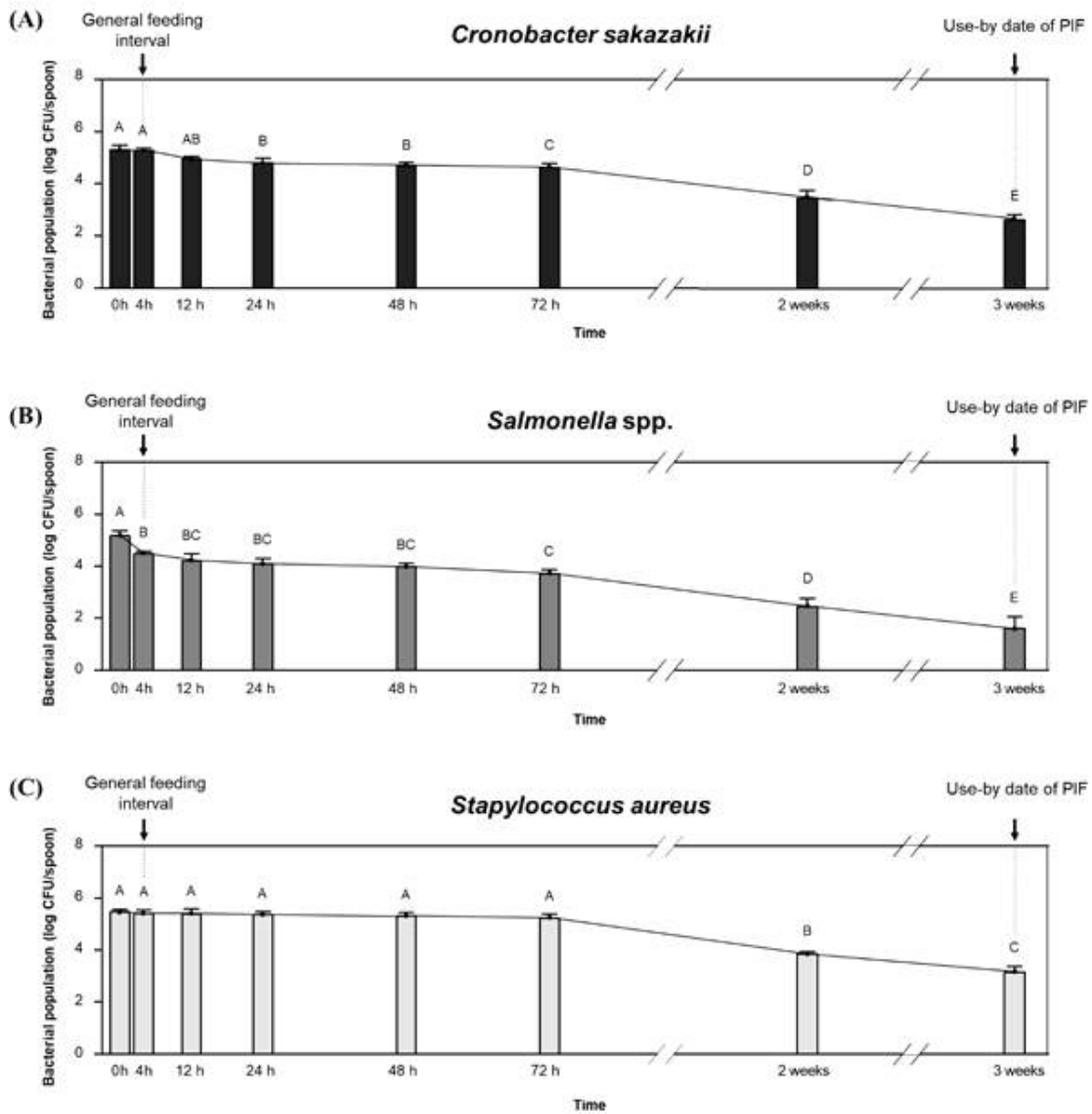


그림 165. High bacterial load 조건 하 분유 취급 도구에 오염된 대상 미생물의 생존 수준:
 (A) *C. sakazakii*, (B) *Salmonella* spp., (C) *Staphylococcus aureus*

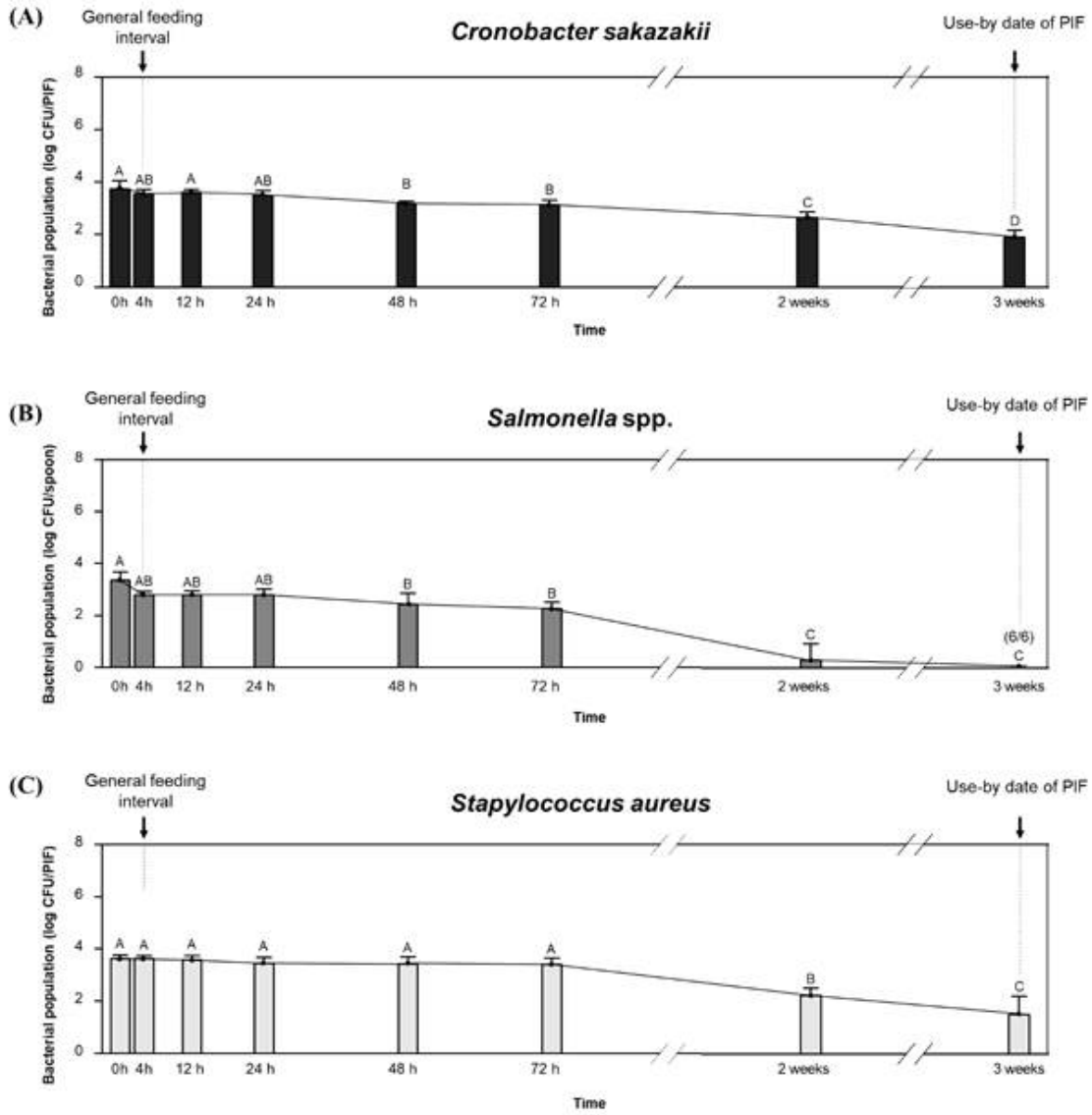


그림 166. High bacterial load 조건 하 분유에 오염된 대상 미생물의 생존 수준:
 (A) *C. sakazakii*, (B) *Salmonella* spp., (C) *Staphylococcus aureus*

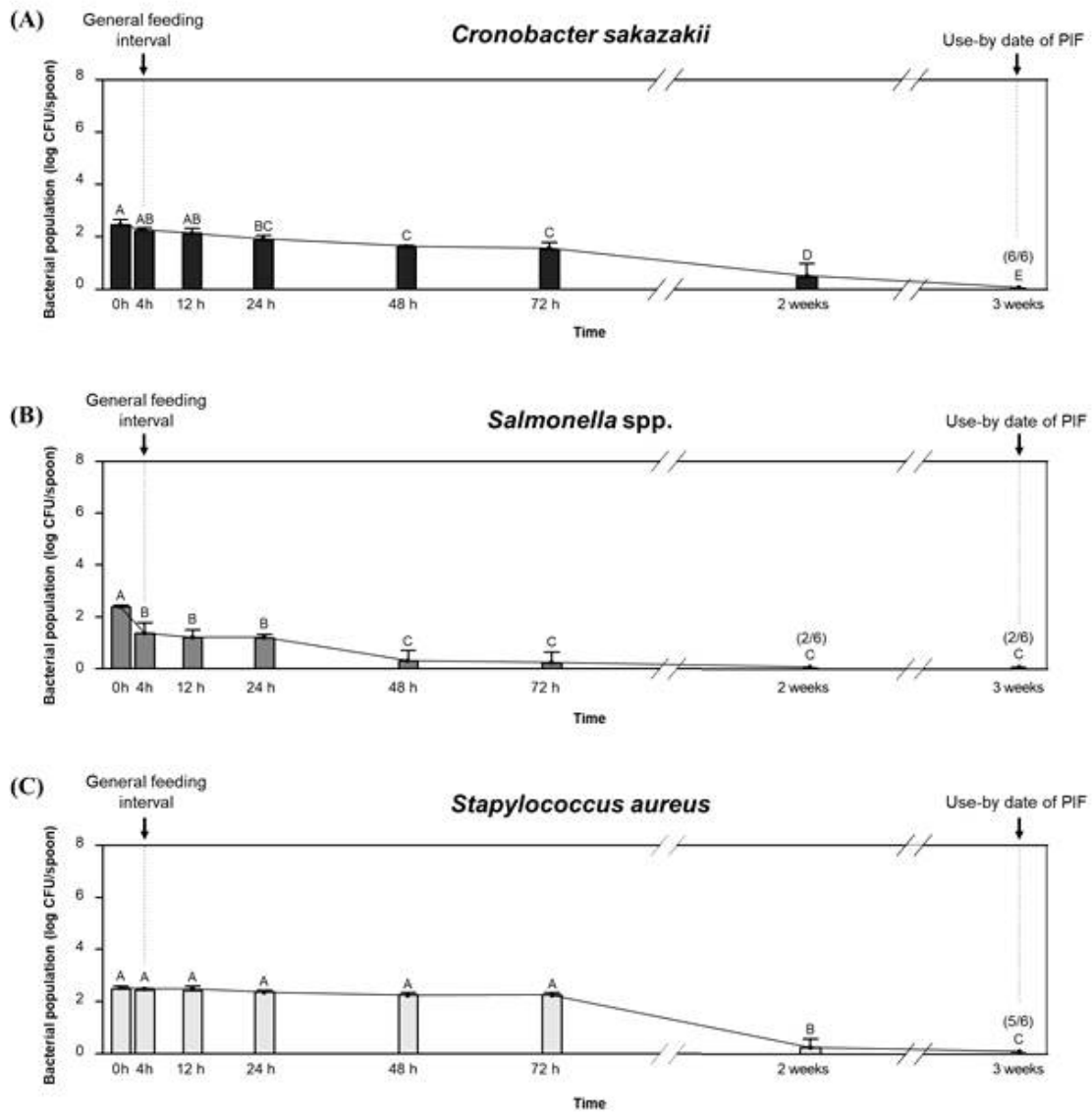


그림 167. Moderate bacterial load 조건 하 분유 취급 도구에 오염된 대상 미생물의 생존 수준: (A) *C. sakazakii*, (B) *Salmonella* spp., (C) *Staphylococcus aureus*

- 이와 같은 결과를 통해 확보한 소비자 단계 미생물학적 위해관리 시사점은 다음과 같다: 1) 오염된 손은 분유 취급 도구(스푼 등)를 오염시킬 수 있으며, 이러한 방식으로 오염된 도구가 분유와 접촉할 시 최종적으로 분유에 오염을 발생시킬 수 있다, 2) 피부 표면 오염 정도에 따라 분유 취급 도구 또는 분유로 교차오염된 병원성 세균은 일반적인 분유 1통 사용에 소요되는 시간까지도 생존 가능하여 지속적인 위해 발생 가능성이 있다, 3) 1 log CFU/hand 수준 오염된 피부 표면에서는 분유까지 교차오염 발생 빈도가 낮은 반면 분유 취급 도구에 오염된 균은 장시간 생존이 가능하므로 소비자가 손으로 접촉하는 도구의 위생 관리가 중요하다.
- 이처럼 생산 단계 안전성이 확보되었다 하더라도 소비자 단계에서 미생물학적 위해가 발생할 수 있다. 이에 소비자의 부적절한 분유 및 관련 도구 취급(스푼의 분유 용기 내 보관)을 방지할 수 있도록, 본 과제의 개발 대상 조제분유 제품에는 분유 취급 도구 - 분유 간 접촉이 발생하지 않는 ‘스푼캡(클린캡)’ 디자인을 적용하였다(그림 168).



그림 168. 조제분유 생산단계에서 적용 가능한 소비자 단계 위해 예방 전략.

○ 본 과제의 연구 결과를 바탕으로 구축된 조제분유 생산-소비 전 단계의 미생물학적 안전관리 시스템은 아래 그림 169와 같다.

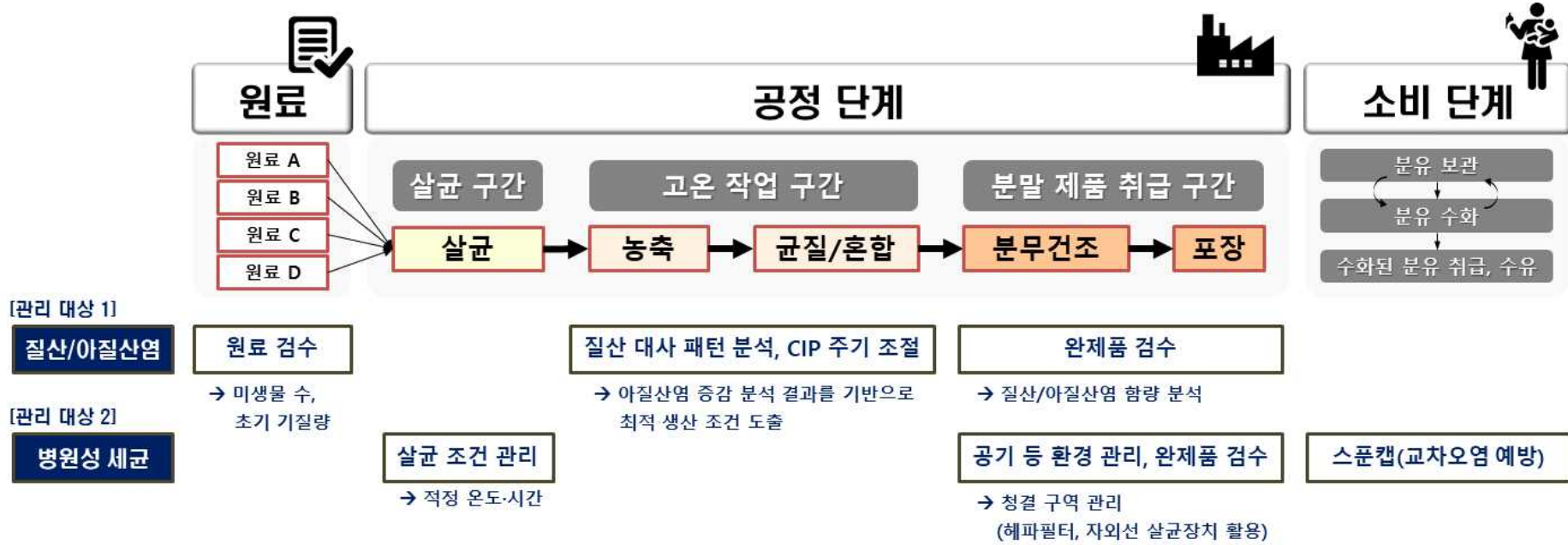


그림 169. 대중국 수출용 조제분유의 생산-소비 전 단계 미생물학적 안전관리 시스템 제안.

PART VI 조제분유 생산단계 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발

[제 3협동: 고려대학교 이광원 교수]

11. 조제분유 생산단계 당화산물 생성 양상 및 영향 분석

11.1. 조제분유 내 당화산물 생성 관련 국내외 이슈 분석

11.1.1. 조제분유 내 당화산물 생성의 영향

- 당화산물이란 아미노산, 펩타이드, 단백질의 아미노기와 환원당의 카보닐기와의 축합에 의하여 시작되는 일련의 반응인 마이알 반응에 의해 생성되는 물질로서 이들은 식품의 조리 과정에서 당과 단백질의 반응에 의하여 자연적으로 생성되는 것으로 알려져 있다.
- 조제분유는 우유를 바탕으로 영·유아가 필요로 하는 각종 영양소를 첨가하여 만든 식품으로 미생물학적 안전성과 제품의 보존성을 높이기 위해 살균, 농축 및 분무건조와 같은 열처리 제조공정을 거쳐 생산된다.
- 이러한 제조공정은 마이알 반응 등의 화학적 반응을 야기시킬수 있으며, Ne-(Carboxymethyl)Lysine(CML)과 같은 최종당화산물(Advanced Glycation End-Products, AGEs)을 생성할 수 있다(Hegele et al., 2008; Büser et al., 1987).
- 실제로 열처리를 거친 조제분유는 ELISA로 분석 시 모유에 비해 35배 많은 CML이 검출이 되었고(Dittrich et al., 2006) GC-MS/MS로 분석 시 70배까지의 함량차를 보였다(Sebekova et al., 2008).
- 당화산물은 Koschinsky 등(1997)의 연구가 발표된 후로부터 지금 까지 경구섭취로 체내 당화산물 농도에 영향을 미치는지, 그 후에 세포에 영향을 주어 산화스트레스의 증가 혹은 만성 질병에 원인에 기여하는지 등의 가능성에 대해 논쟁 중이다.

- 최근 piglets을 대상으로 고열 처리하여 CML 농도를 높인 사료를 먹인 결과 그렇지 않은 그룹에 비해 신장에서 산화 스트레스가 증가함을 확인하였고(Elmhiri Ghada et al., 2015), 뿐만 아니라 rats를 대상으로 만성 경구 투입을 CML 60 mg kg⁻¹ per day의 농도 시행 하였을 때, 12주 후 신장, 심장, 간, 폐, 비장, 췌장에서 대조군에 비해 1.5배 많게는 2배 이상의 농도가 검출됨을 확인 하였다. 또한 blood urea nitrogen (BUN), creatinine (CREA), alanine aminotransferase (ALT), and aspartate aminotransferase (AST)의 값이 증가함을 확인하였는데 이는 신장과 비장의 기능 저하를 부를 수 있는 지표가 되기 때문에 결론적으로 고농도의 CML식이 잠정적으로 위해 할 수 있다(Li Mei et al., 2015).
- 하지만 실제 모유 내의 CML농도에 관한 실험으로 3~6개월, 7~10개월, 11~14개월로 나누어 모유, 낮은 CML농도의 분유, 높은 CML농도의 분유를 각각 섭취 하였을 때 고농도 CML 분유를 먹인 3~6개월, 7~10개월 그룹은 상대적으로 total plasma CML 농도가 증가함을 보였으나, 11~14개월의 영아에서는 CML이 질병학적인 효과가 없음을 확인하였다(Klenovics, Kristína Simon, et al., 2013).

11.1.2. 조제분유 내 당화산물 생성 관련 연구 동향

- Google scholar를 활용하여 최근 10년 간 발표된 조제분유의 당화산물 안전성 및 저감화 관련 자료를 수집하고 조제분유 안전성에 영향을 미치는 주요 당화산물의 분석 및 제어를 조사한 결과 총 31건의 문헌을 확인하였다(그림 171, 172).

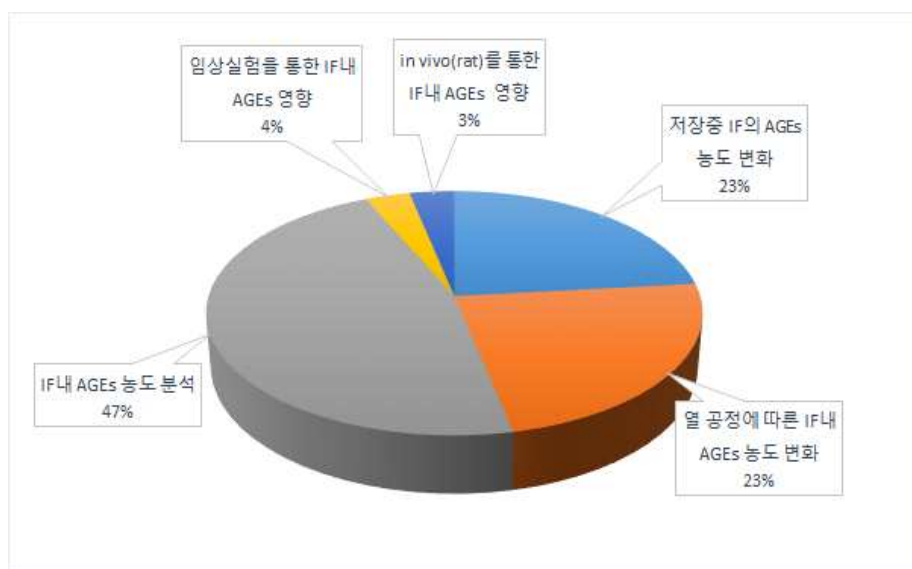


그림 171. 최근 10년간 조제분유 내 당화산물 연구 동향.

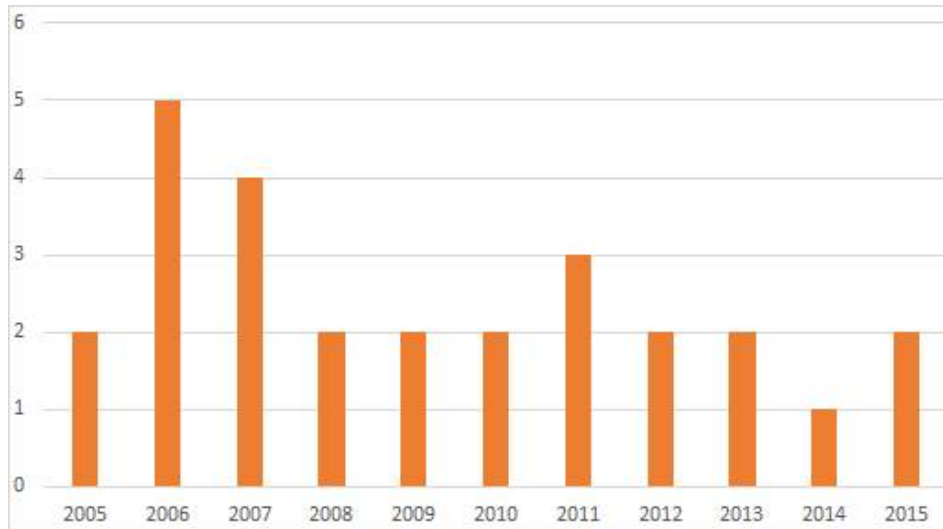


그림 172. 최근 10년간 조제분유 내 당화산물 연구 동향.

- 10년 간 발표된 논문 중 초기에는 모유와 분유내의 당화산물 농도에 관한 분석 및 모니터링 (I. Birlouez-Aragon et al., 2004; Chávez-Servín et al., 2005; J Michalak et al., 2006)을 바탕으로 조제분유의 저장 기간 중 당화산물의 변화를 살펴 최적의 기한을 찾는 연구가 진행되었으며(Jorge L et al., 2006; Emilia Ferrer et al., 2005), 분유내의 원료에 의한 당화산물 생성관계를 다룬 연구들이 뒤이어 진행되었다(C-Y Yeung et al., 2006; F Fenaille et al., 2006).
- 최근 조제분유 내 CML을 섭취 시 영아의 plasma CML농도의 변화와 배출 경로 등을 확인한 논문(Sebekovak et al., 2008)과 더 나아가 분유 내 CML농도를 달리하여 개월 수로 나눈 세 그룹의 영아의 섭취가 체내 total plasma CML 농도와의 관계를 확인한 연구가 진행되었다(Kristína et al., 2013).

11.2. 조제분유 생산 공정 단계별 생성되는 당화산물 모니터링

11.2.1. 조제분유 내 당화산물 분석 조건 확립

○ 조제분유를 matrix로 하여 발생 가능한 방해요소를 제거한 최적의 시료 전처리 방법을 모색하며 조제분유 내 당화산물(Furan, Acrylamide, Nε-(Carboxymethyl)Lysine)의 분석 조건을 확립하였다.

11.2.1.1. 시료 전처리 및 분석방법

○ Furan 분석 방법(표 129)

- 냉장 상태로 보관된 시료를 5 g씩 headspace vial(20 ml)에 넣고 ice bath에서 냉장 온도로 유지
- internal standard d4-furan(1.6 ng/ml)을 2 µl씩 시료에 넣음
- 시료는 silicone/PTFE septum에 aluminium seals로 clamp를 이용해 밀봉
- 보관은 4°C로 유지하여 보관

표 133. SPME and GC-MS analysis of Furan.

	Instrument	Condition	
SPME	fiber	75-mm carboxen/polydimethylsiloxane(CAR/PDMS)	
	condition	250°C for 1 h in the injection port of the gas chromatograph	
	exposure	20 min at 50°C	
	desorbing	5 min at 250°C	
	Detector	Mass Selective Detector	
	Column	HP-PLOT Q Columns (30 m 0.32 mm, 20 mm film; J & W Scientific, Folsom. CA. USA)	
	carrier gas	Helium	
	flow rate	1.0 ml/min	
	GC Inlet temperature	250°C	
GC	GC oven temperature	Time (min)	temperature(°C)
		0	50
		5	50
		12.2	230
		14.2	230
	monitoring mode	selective-ion monitoring mode (SIM)	
	recording the current ions	m/z 68 and 39 for furan and m/z 72 and 42 for d4-furan	
	Injection volume	1 µl	

○ Acrylamide 분석 방법(표 131)

- sample 2 g을 취하여 50 ml conical tube에 증류수 18 ml와 2 ml의 [13C3]-acrylamide (internal standard, 1000 ng/ml) 혼합
- 3,000 rpm으로 30분 원심분리
- 상등액 2 ml를 취하여 활성화 된 C18 solid-phase extraction cartridge에 내림
- 증류수 2 ml으로 elution
- bromination reagent 4 ml를 더하여, 4°C 정지 상태로 반응
- 1 mol/l sodium thiosulfate 40 µl 첨가 후 Ethyl acetate 4 ml을 첨가
- 3분 동안 교반하여 5,000 rpm으로 5분 동안 원심분리
- ethyl acetate 층 1 ml를 옮겨 담고 0.2 ml triethylamine 첨가
- 15분 동안 교반하여 5,000 rpm으로 5분동안 원심분리
- 최종적으로 bromination된 2,3-Dibromopropionamide 1 ml sample 용액을 table ##. 과 같은 조건으로 분석

표 135. SPME and GC-MS analysis of acrylamide.

Instrument	Condition	
Detector	Mass Selective Detector	
Column	DB-WAXETR capillary column(30 m × 0.25 mm i.d., 0.25µm film thickness; T&W Scientific, USA)	
carrier gas	Helium	
flow rate	1.0 ml/min	
GC Inlet temperature	200°C	
	Time (min)	temperature(°C)
GC oven temperature	0	50
	1	50
	12.6	240
	22.6	230
monitoring mode	selective-ion monitoring mode (SIM)	
recording the current ions	m/z 149 and 151 for 2,3-Dibromopropionamide, m/z 152 and 154 for 2-bromo[¹³ C ₃]-Dibromopropionamide	
Injection volume	1 µl	

○ CML 분석 방법(표 133)

- 시료를 screw cap vial에 20 mg/ml의 농도로 7.95 N의 HCl 용액 4 ml에 녹인 후 1 분간 질소치환
- Cap과 vial을 동봉하여 110°C에서 24시간 처리한 용액을 C-18 cartridge(INO-PAK)에 0.5 ml 분주하여 3 N HCl 용액으로 전개
- 동결건조 한 후 다시 1 ml의 3차 증류수로 녹여 0.45 µm의 syringe filter로 여과
- 시료를 1/1000로 희석한 용액과 8 mM의 OPA, 15 mM의 sodium borate buffer(pH 9.2), mercaptoethanol을 각각 1, 0.05, 8.95 ml씩 혼합한 용액을 1:1로 섞음
- 3분간 반응을 시킨 후 아래와 같이 분석

표 137. HPLC-FLD analysis of CML.

Instrument	Condition																				
Detector	Fluorescence detector																				
Column	YMC-Triart C18 (4.6 × 50 mm, S-5 µm, Analytical column)																				
	Solvent A: 0.05% TFA in water																				
	Solvent B: Methanol																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time(min)</th> <th>% of solvent B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>21.5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Time(min)	% of solvent B	0	40	10	70	18	70	19	100	21	100	21.5	0	25	0	26	40	30	40
Time(min)	% of solvent B																				
0	40																				
10	70																				
18	70																				
19	100																				
21	100																				
21.5	0																				
25	0																				
26	40																				
30	40																				
Mobile phase																					
Flow rate	1.0 ml/min																				
Wavelength	Excitation 340 nm, emission 455 nm																				
Injection volume	20 µl																				

11.2.1.2. 연구 결과

- 분석결과 각각 furan은 11.41분, acrylamide는 11.05분, CML은 7.45분에서 표준용액의 전형적인 단일 peak가 검출이 되는 것을 확인하였다. 시료 분석 시에도 간섭하는 peak가 없음을 확인하여 최적의 분석 조건을 얻었다고 사료된다(그림 173).

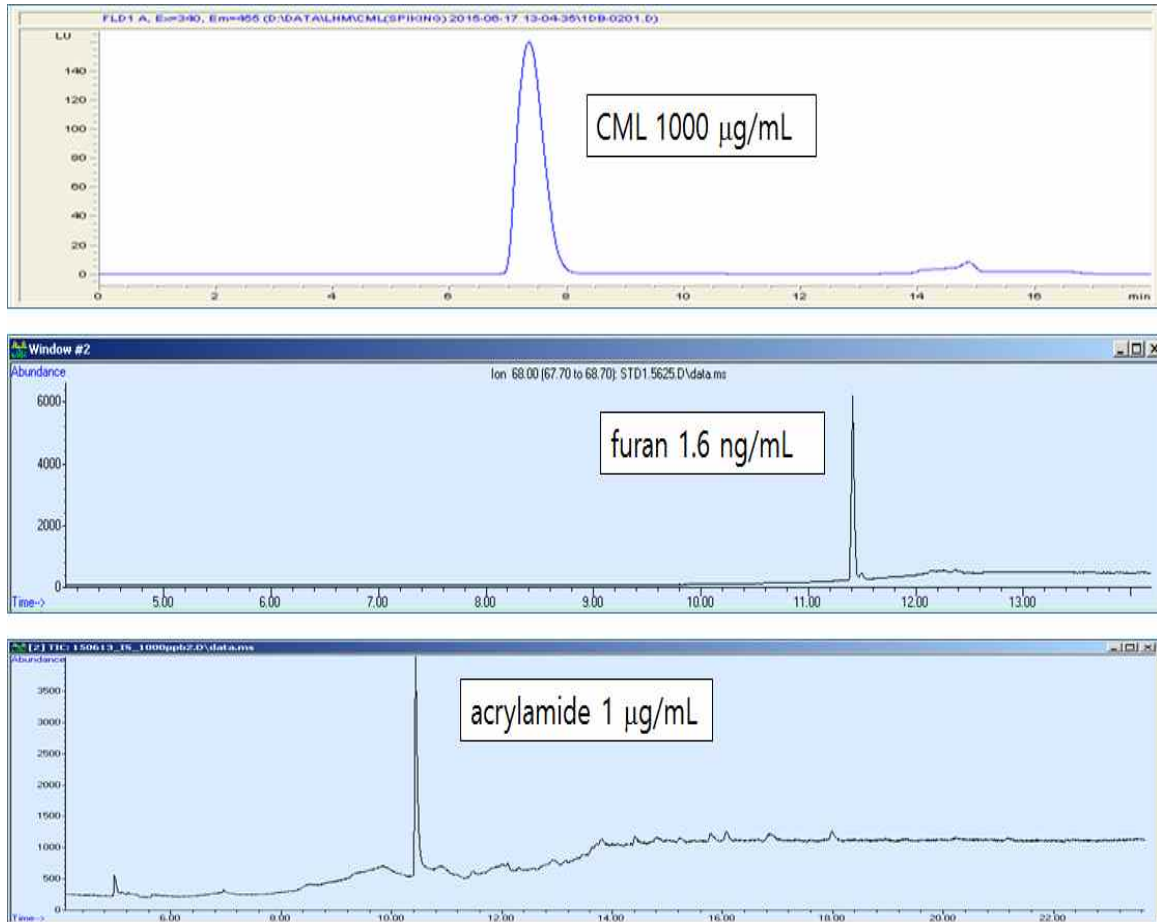


그림 173. Peak of standards.

- GC/MS로 분석한 furan과 acrylamide는 mass library(NIST05 edition)로 확인이 되었고 특히 acrylamide는 전처리 단계에서 bromination에 의해 2,3-bromopropionamide 형태로 검출됨을 확인하였다(그림 174).

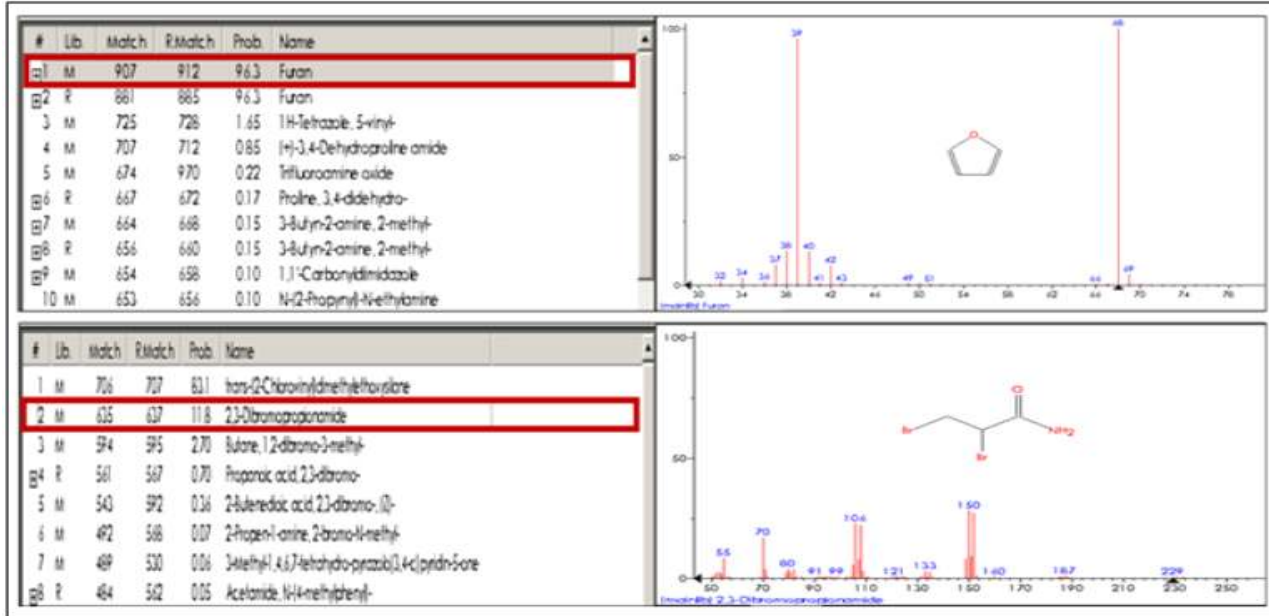


그림 174. mass spectrum for furan and 2,3-bromopropionamide form NIST 05 Database.

11.2.1.3.1. 표준곡선

○ 마커들의 표준곡선을 그리기 위해 2.1의 분석 조건으로 분석하여 각각 furan (1.5625~50 ng/mL), acrylamide (50~1000 ng/mL), CML (200 ~ 25 µg/mL)의 농도로 얻은 면적 값으로 표준곡선을 완성하였다.

11.2.1.3.2. LOD, LOQ

○ ICH Q2B guideline에 근거하여 visual noninstrumental methods and limit calculation으로 LOD, LOQ를 산출하였다.

○ 각 농도별 peak의 면적 값으로 얻은 검정곡선에 대한 표준편차(σ)와 기울기의 평균값을 이용해 다음과 같은 공식으로 구한다.

$$LOD(\text{검출한계 ; limits of detection}) = 3.3(\sigma/S)$$

$$LOQ(\text{정량한계 ; limits of quantitation}) = 10(\sigma/S)$$

11.2.1.3.3. 회수율

○ 각 마커에 대한 회수율을 조사하기 위하여 일정 농도의 시료에 표준용액을 spike하여 앞서 제시된 전처리 방법에 따라 처리한 후, HPLC 혹은 GC/MS를 이용하여 측정된 결과를 아래의 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{회수율}(\%) = \frac{\text{표준용액첨가시료 peakarea} - \text{비첨가시료 peakarea}}{\text{시료에 첨가된 표준용액의 peakarea}} \times 100$$

11.2.1.3.4. 결과

○ 유효성 검사를 실시하여 얻은 결과를 분석하여 보면, furan, acrylamide, CML 회수율은 각각 109, 79, 87%로 분석 되었고 분석에 간섭하는 방해물질은 관찰되지 않았다 (표 135).

표 139. Validation data for the analysis of marker levels.

	LOD(ppb)	LOQ(ppb)	R ²	Recovery(%)
Furan	0.300	0.909	0.999	109
Acrylamide	4.96	15.04	0.999	79
CML	6,847	20,749	0.996	87

○ R²값은 furan과 acrylamide는 0.999 이상의 직선상을 나타내었으며, CML은 0.996의 값을 얻을 수 있었다. LOD는 furan은 0.300 ppb, acrylamide는 4.96 ppb, CML은 6.84 ppm으로 모든 마커에서 LOD값을 확인하였다. LOQ는 furan은 0.909 ppb, acrylamide는 15.04 ppb, CML은 10.95 ppm으로 LOQ 또한 확인 할 수 있었다(그림 176).

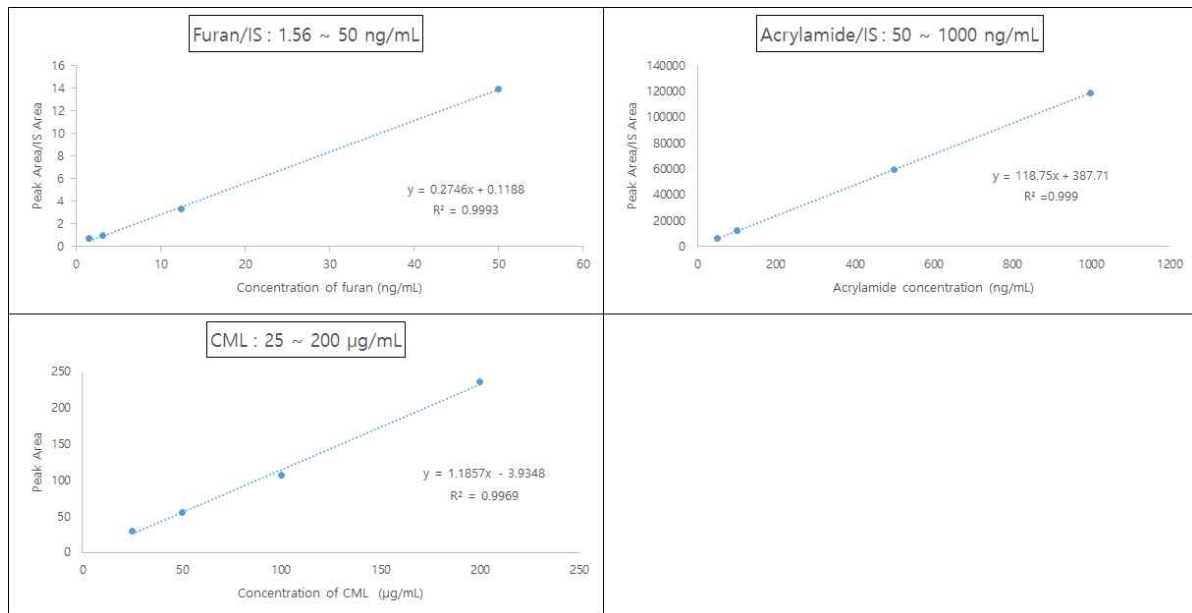


그림 176. Calibration curve of marker.

11.2.2. 조제분유 생산 공정 단계별 당화산물 모니터링

11.2.2.1. 분유 생산 공정 중 시료 수집 단계

○ 생산 공정 단계별로 조제분유 시료를 수집하며 당화산물 모니터링을 통해 공정 중 당화산물 생성단계를 스크리닝 하였다(그림 177).

- ☑ 시료 수집단계: 조유, UHT살균, 농축, 혼합, 분무건조
- ☑ 냉장온도로 유지하여 수령
- ☑ 시료 보관: 동결 건조 후 -72°C에서 보관

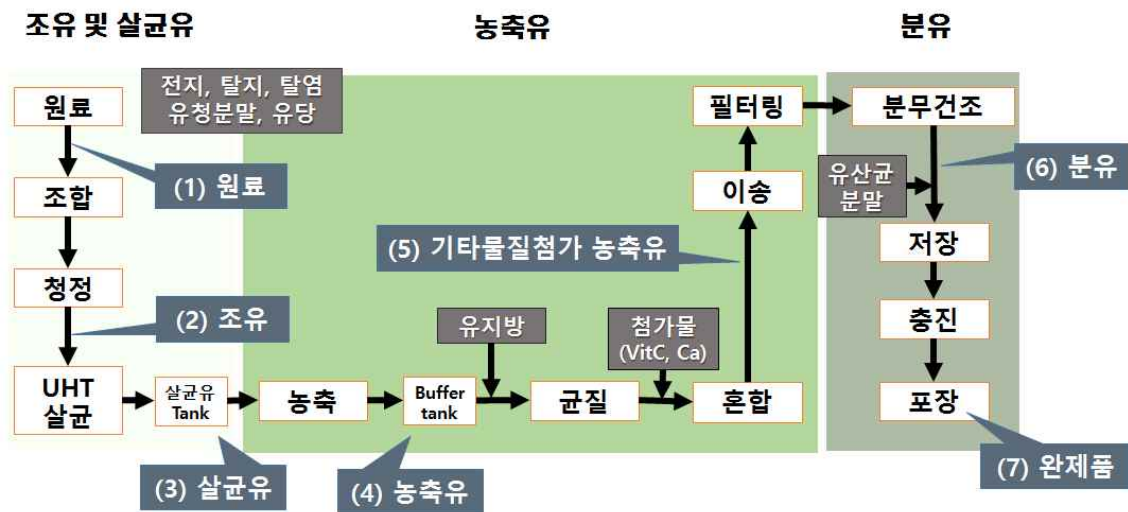


그림 177. Sampling point.

11.2.2.2. 조제분유 생산 공정 단계별 furan 함량 측정

○ 분석을 위해 앞서 제시된 조건과 같이 분석한 결과 5개의 sample 모두 furan이 검출되지 않았으며, 검증을 위해 1.6 ng/ml의 표준물질을 spiking한 결과 retention time이 11.4분에 나오는 것을 확인하였고 이는 표준물질만 분석하였을 때의 retention time과 면적이 일치하였으며(그림 178), 따라서 시료 내에 furan이 존재하지 않음을 확인 할 수 있었다.

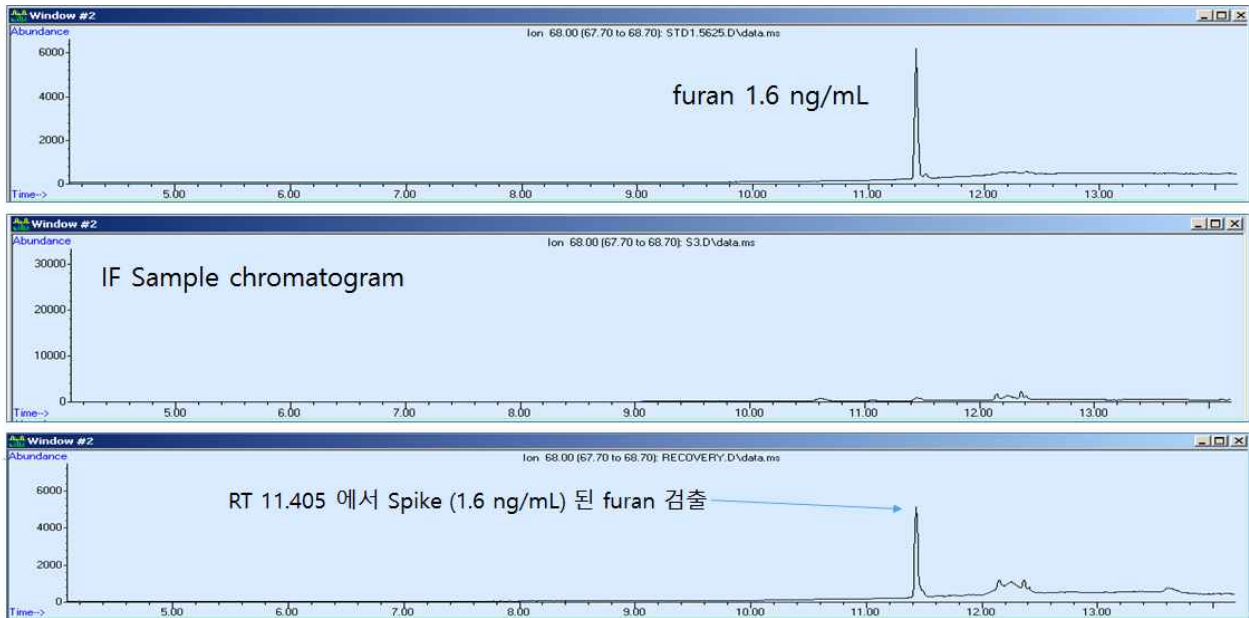


그림 178. Gas chromatogram of sample.

표 140. furan concentration of samples.

	Area of furan	Area of international standard	STD/IS	Concentration of furan
조유	N.D.	2214±75	N.D.	N.D.
살균 후	N.D.	2154±98.2	N.D.	N.D.
농축 후	N.D.	2582±12.3	N.D.	N.D.
혼합 후	N.D.	1958±52.2	N.D.	N.D.
분무건조 후	N.D.	1998±122	N.D.	N.D.

11.2.2.3. 조제분유 생산 공정 단계별 acrylamide 함량 측정

○ 분석을 위해 앞서 제시된 조건과 같이 분석한 결과 5개의 sample 모두 acrylamide가 검출되지 않았으며, 검증을 위해 1 µg/ml의 표준물질을 spiking한 결과 retention time이 10.0분에 나오는 것을 확인하였고 이는 표준물질만 분석하였을 때의 retention time과 면적이 일치하였으며(그림 179), 따라서 시료 내에 acrylamide가 존재하지 않음을 확인 할 수 있었다.

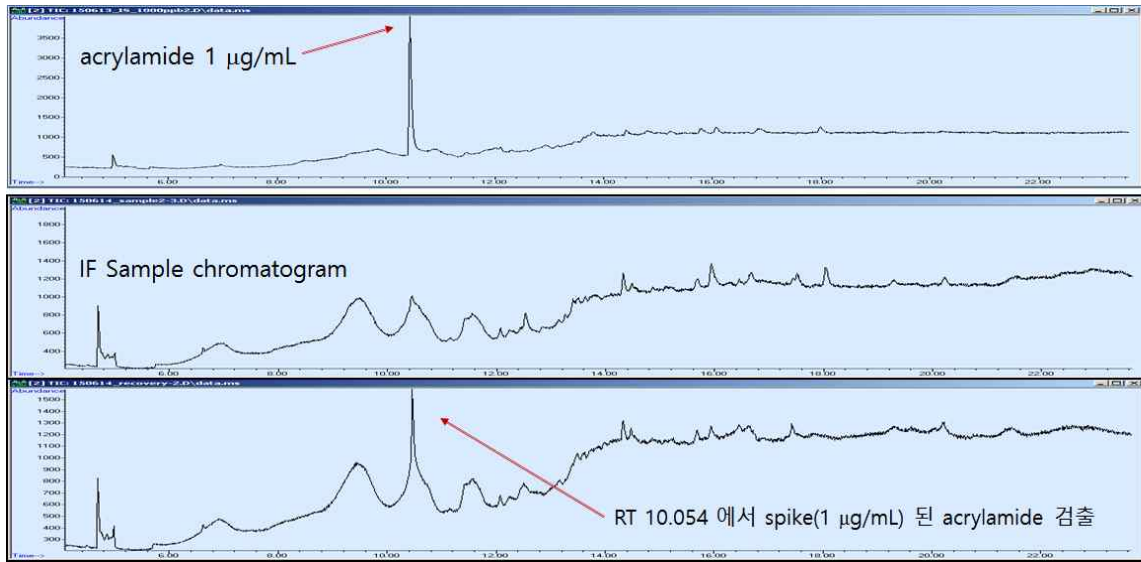


그림 179. Gas chromatogram of sample.

표 141. Acrylamide concentration of samples.

	Area of acrylamide	Area of international standard	STD/IS	Concentration of acrylamide
조유	N.D.	1034.30±224.0	N.D.	N.D.
살균 후	N.D.	957.6±189.6	N.D.	N.D.
농축 후	N.D.	1115.3±132.0	N.D.	N.D.
혼합 후	N.D.	1016±359.1	N.D.	N.D.
분무건조 후	N.D.	1271.6±119.8	N.D.	N.D.

11.2.2.4. 조제분유 생산 공정 단계별 CML함량 측정

- 분석을 위해 앞서 제시된 조건과 같이 분석한 결과 조유액에서 16.38 mg/g-protein, 살균유에서 18.44 mg/g-protein, 농축유에서 46.18 mg/g-protein, 혼합 공정 후 54.33 mg/g-protein, 마지막으로 분무건조 후 100.81 mg/g-protein으로 나타 나왔으며 이 수치는 각각 이전 단계 공정과 비교하였을 때 12.6%, 169%, 49%, 238% 순서로 증가함을 확인 할 수 있었다.
- 또한 이 수치의 검증을 위해 1 mg/ml의 표준물질을 spiking한 결과 retention time이 7.8분에 나오는 것을 확인하였고 이는 표준물질만 분석하였을 때의 retention time과 증가된 면적이 일치하였으며(그림 180), 따라서 시료 내의 CML이 위와 같은 농도로 존재함을 확인 할 수 있었다.



그림 180. HPLC chromatogram of sample.

표 142. CML concentration of samples.

	Area of CML	CML concentration (mg/g)	전 공정 대비 증가율
조유	269.8±7.17	0.78±0.02	-
살균 후	284.4±23.09	1.03±1.03	32%
농축 후	271.4±47.93	2.677±0.28	171%
혼합 후	290.8±20.13	2.99±0.03	6.2%
분무건조 후	303.5±29.06	6.04±0.06	102%

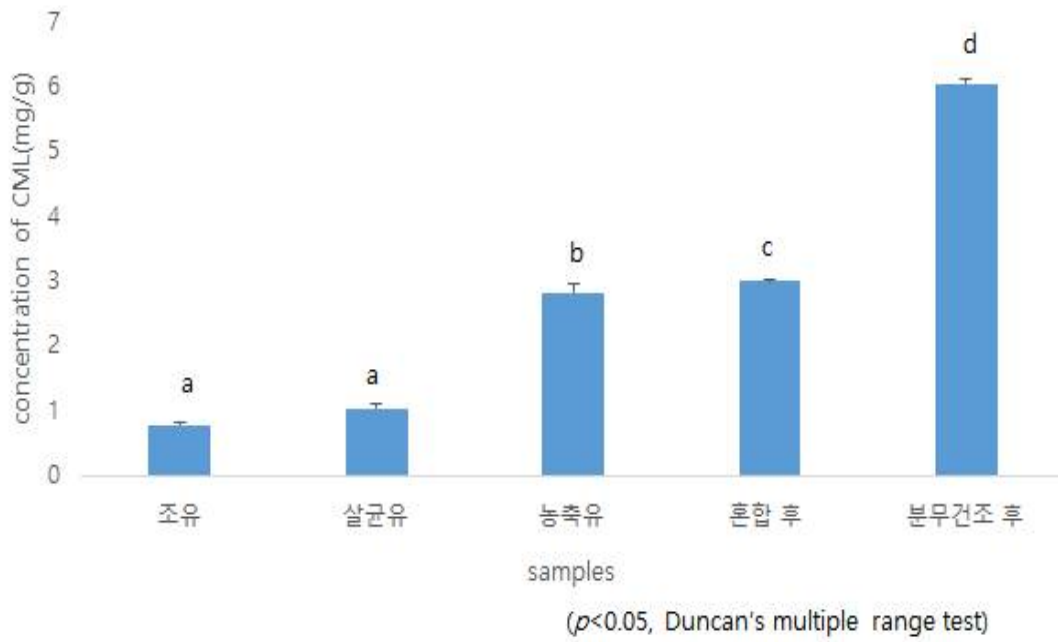


그림 181. 공정중 CML농도의 변화.

11.3. Cell culture를 통한 당화산물 안전성 평가

11.3.1. 세포배양 및 세포 생존률 측정 방법

11.3.1.1. Colon 조직인 Caco-2 cell을 이용한 세포 생존률 측정

○ Caco-2 cell 배양: Caco-2 cell은 20% 소혈청단백질(Fetal bovine serum, FBS)과 Dulbecco Modified Eagle Medium(DMEM)배지로 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양한다. 계대에는 100 mm² cell culture dish에 세포가 자라던 배지를 제거하고, PBS로 씻어 준 뒤 0.125% Trypsin-EDTA를 첨가하고 incubator에서 2분간 반응 시킨 후 세포를 떼어 한곳에 모아 1,000 rpm에서 3분간 원심분리 하였다. 20% FBS를 첨가한 배지를 사용하여 2.0 × 10⁵ cells/mL로 96-well plate에 각각 200 μl씩 분주하여 24시간 배양 후 실험에 이용한다.

○ MTT assay: MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 측정법은 살아있는 세포의 미토콘드리아에 존재하는 숙신산 탈수소효소에 의해 노란 색의 MTT가 보라색의 formazan을 형성하는 것을 흡광도로 측정하는 방법이다. 불용성의 formazan 생성물은 살아있는 세포 미토콘드리아 내의 활성 정도를 측정하는 것으로 세포 독성이 있을 경우 감소하고, 대사를 촉진시킬 경우 증가하는 형태를 보이는 것을 알 수 있다.

○ Acrylamide와 CML을 대상으로 진행하였으며, 두 sample 모두 최종농도가 62.5 ~ 1000 μg/ml로 농도를 배지에 녹여 맞춰 monolayer층으로 깔려있는 세포에 100 μl씩 분주하여 24시간 후 MTT 시약을 통해 생존률을 관찰하였다(그림 182).

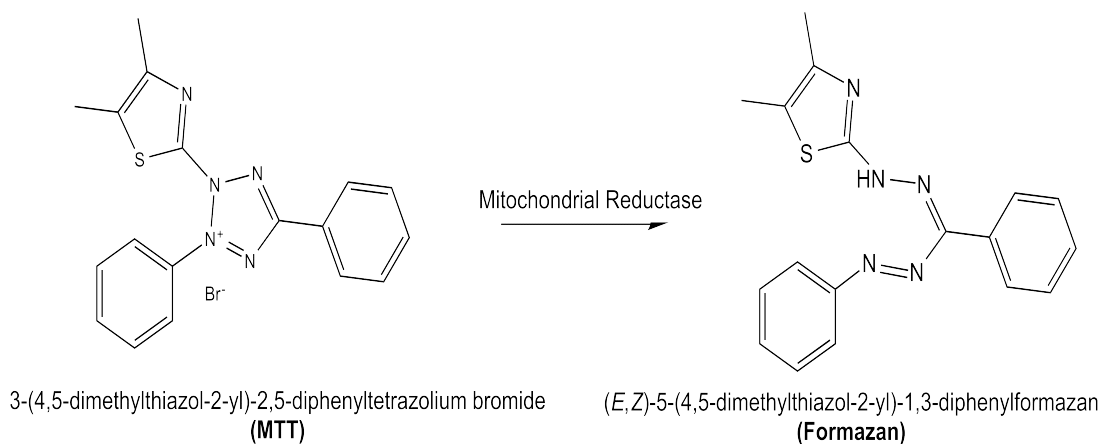


그림 182. Principle of cytotoxicity (MTT) assay.

11.3.1.2. Kidney 조직인 NRK-52E cell을 이용한 세포 생존률 측정

- NRK-52E cell 배양: NRK-52E cell은 10% 소혈청단백질(Fetal bovine serum, FBS)과 Dulbecco Modified Eagle Medium(DMEM)배지로 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였다. 계대에는 100 mm² cell culture dish에 세포가 자라면 배지를 제거하고, PBS로 씻어준 뒤 0.125% Trypsin-EDTA를 첨가하고 incubator에서 2분간 반응시킨 후 세포를 떼어 한곳에 모아 1,000 rpm에서 3분간 원심분리 하였다. 10% FBS를 첨가한 배지를 사용하여 2.0 × 10⁵ cells/mL로 96-well plate에 각각 200 µl씩 분주하여 24시간 배양 후 실험에 이용하였다.
- MTT assay: MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 측정법은 살아있는 세포의 미토콘드리아에 존재하는 숙신산 탈수소효소에 의해 노란색의 MTT가 보라색의 formazan을 형성하는 것을 흡광도로 측정하는 방법이다. 불용성의 formazan 생성물은 살아있는 세포 미토콘드리아 내의 활성 정도를 측정하는 것으로 세포 독성이 있을 경우 감소하고, 대사를 촉진시킬 경우 증가하는 형태를 보이는 것을 알 수 있다.
- Acrylamide와 CML을 대상으로 진행하였으며, 두 sample 모두 최종농도가 62.5 ~ 1000 µg/ml로 농도를 배지에 녹여 맞춰 monolayer층으로 깔려있는 세포에 100 µl씩 분주하여 24시간 후 MTT 시약을 통해 생존률을 관찰했다.

11.3.1.3. Liver 조직인 HepG2 cell을 이용한 세포 생존률 측정

- HepG2 cell 배양: HepG2 cell은 10% 소혈청단백질(Fetal bovine serum, FBS)과 Minimum Essential Medium (MEM) 배지로 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였다. 계대에는 100 mm² cell culture dish에 세포가 자라면 배지를 제거하고, PBS로 씻어준 뒤 0.125% Trypsin-EDTA를 첨가하고 incubator에서 2분간 세포를 떼어 낸 후 한곳에 모아 1,000 rpm에서 3분간 원심분리 하였다. 10% FBS를 첨가한 배지를 사용하여 2.0 × 10⁵ cells/ml로 96-well plate에 각각 200 µl씩 분주하여 24시간 배양 후 실험에 이용하였다.
- MTT assay를 Acrylamide와 CML을 대상으로 진행하였으며, 두 sample 모두 최종농도가 62.5 ~ 1000 µg/ml로 농도를 배지에 녹여 맞춰 monolayer층으로 깔려있는 세포에 100 µl씩 분주하여 24시간 후 MTT 시약을 통해 생존률을 관찰했다.

11.3.2. 분석 결과

11.3.2.1. Colon 조직인 Caco-2 cell을 이용한 세포 생존률 측정 결과

○ MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 측정법은 살아 있는 세포의 미토콘드리아에 존재하는 숙신산 탈수소효소에 의해 노란색의 MTT가 보라색의 formazan을 형성하는 것을 흡광도로 측정하는 방법이다. 불용성의 formazan 생성물은 살아있는 세포 미토콘드리아 내의 활성 정도를 측정하는 것으로 세포 독성이 있을 경우 감소하고, 대사를 촉진시킬 경우 증가하는 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 당화반응 생성물인 acrylamide와 CML이 세포 독성을 나타내는지 확인하기 위해 MTT assay를 시행하였다. MTT assay를 통하여 Caco-2 세포에서의 세포 독성을 측정해 본 결과(그림 183), acrylamide는 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.05$)에서 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도일 때 cell viability가 71%가 되는 것을 확인 할 수 있었다. 반면 CML은 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.05$)에서 cell viability가 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 acrylamide는 Caco-2 cell에 있어서 독성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

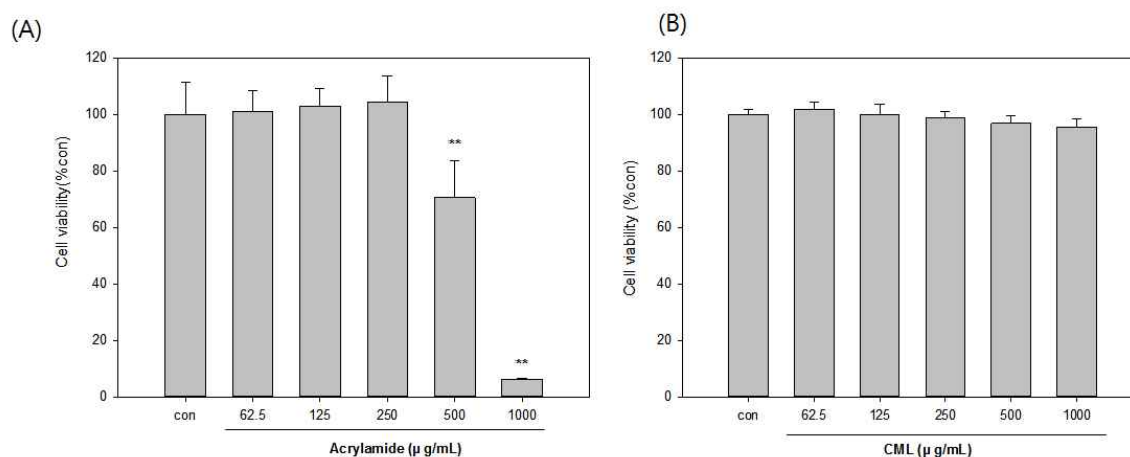


그림 183. Caco-2 cells viability is measured by MTT. Caco-2 cells were treated for 24 h with the noted concentrations of acrylamide (ACR) and Ne-(Carboxymethyl)lysine (CML). Cell viability was determined as relative percentage of viable cells. (A) Effect of ACR (62.5–1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$) on cell viability. (B) Effect of CML (62.5–1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$) on cell viability. Data presented as mean \pm SD, $n=5$, $**p < 0.05$ versus non-treated control group.

11.3.2.2. Kidney 조직인 NRK-52E cell을 이용한 세포 생존률 측정 결과

○ MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 측정법은 살아 있는 세포의 미토콘드리아에 존재하는 숙신산 탈수소효소에 의해 노란색의 MTT가 보라색의 formazan을 형성하는 것을 흡광도로 측정하는 방법이다. 불용성의 formazan 생성물은 살아있는 세포 미토콘드리아 내의 활성 정도를 측정하는 것으로 세포 독성이 있을 경우 감소하고, 대사를 촉진시킬 경우 증가하는 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 당화반응 생성물인 acrylamide와 CML이 세포 독성을 나타내는지 확인하기 위해 MTT assay를 시행하였다. MTT assay를 통하여 NRK-52E 세포에서의 세포 독성을 측정해 본 결과(그림 184), acrylamide는 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.001$)에서 250 $\mu\text{g/ml}$ 농도일 때 cell viability가 73%가 되는 것을 확인 할 수 있었다. 반면 CML은 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.001$)에서 cell viability가 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 acrylamide는 NRK-52E cell에 있어서 독성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

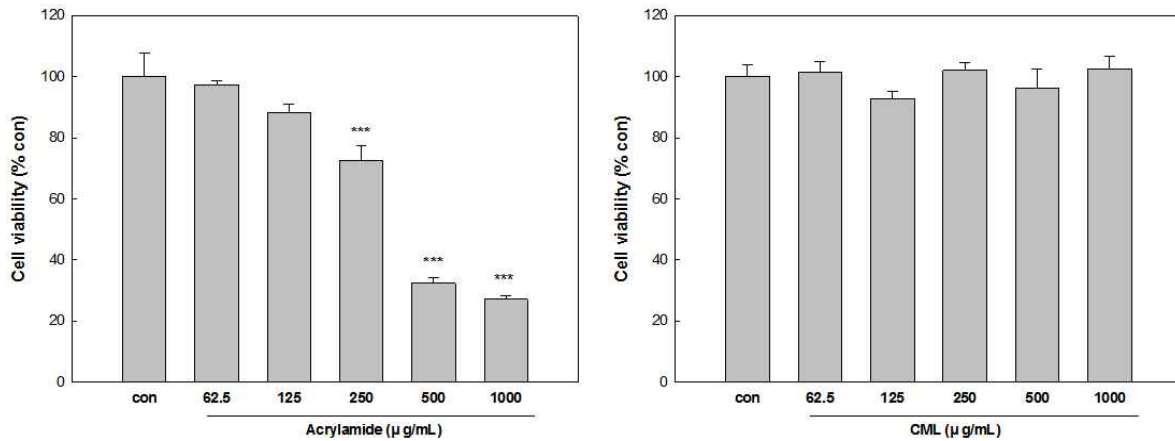


그림 184. NRK-52E cells viability is measured by MTT. NRK-52E cells were treated for 24 h with the noted concentrations of Acrylamide (ACR) and Nε-(Carboxymethyl)lysine(CML). Cell viability was determined as relative percentage of viable cells. (A) Effect of ACR (62.5-1000 $\mu\text{g/mL}$) on cell viability. (B) Effect of CML (62.5-1000 $\mu\text{g/mL}$) on cell viability. Data presented as mean \pm SD, $n=5$, $***p < 0.001$ by , versus non-treated control group.

11.3.2.3. Liver 조직인 HepG2 cell을 이용한 세포 생존률 측정 결과

○ MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 측정법은 살아있는 세포의 미토콘드리아에 존재하는 숙신산 탈수소효소에 의해 노란색의 MTT가 보라색의 formazan을 형성하는 것을 흡광도로 측정하는 방법이다. 불용성의 formazan 생성물은 살아있는 세포 미토콘드리아 내의 활성 정도를 측정하는 것으로 세포 독성이 있을 경우 감소하고, 대사를 촉진시킬 경우 증가하는 형태를 보이는 것을 알 수 있다. 당화반응 생성물인 acrylamide와 CML이 세포 독성을 나타내는지 확인하기 위해 MTT assay를 시행하였다. MTT assay를 통하여 HepG2 세포에서의 세포 독성을 측정해 본 결과(그림 185), acrylamide는 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.001$)에서 500 $\mu\text{g/ml}$ 농도일 때 cell viability가 63%가 되는 것을 확인 할 수 있었다. 반면 CML은 대조군에 비해 유의적 수준($p < 0.001$)에서 cell viability가 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었음. 따라서 acrylamide는 HepG2 cell에 있어서 독성을 나타냄을 확인할 수 있었다.

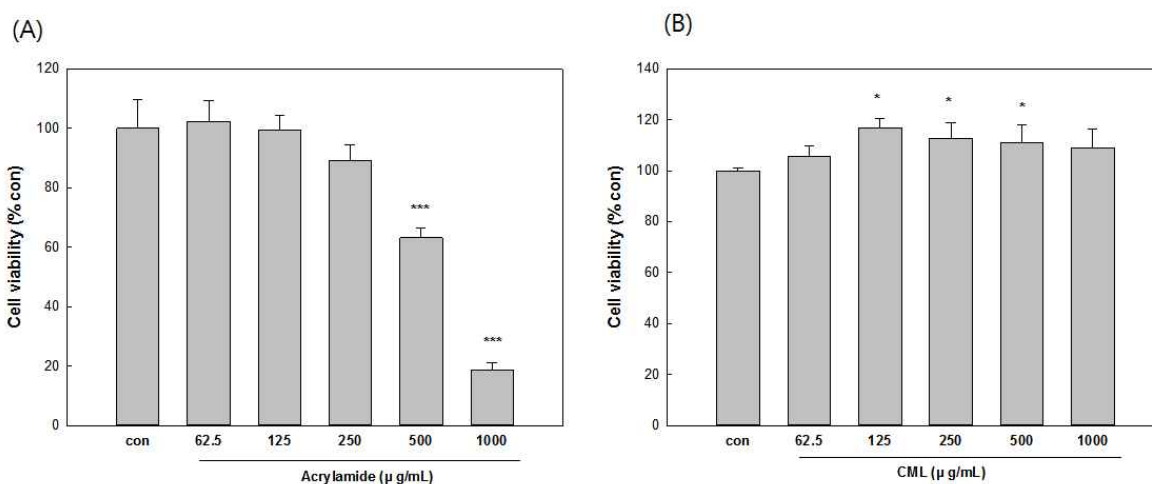


그림 185. HepG2 cells viability is measured by MTT. HepG2 cells were treated for 24 h with the noted concentrations of acrylamide (ACR) and N ϵ -(Carboxymethyl)lysine (CML). Cell viability was determined as relative percentage of viable cells. (A) Effect of ACR (62.5-1000 $\mu\text{g/mL}$) on cell viability. (B) Effect of CML (62.5-1000 $\mu\text{g/mL}$) on cell viability. Data presented as mean \pm SD, n=5, *** $p < 0.001$, ** $p < 0.05$ versus non-treated control group.

12. 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발

12.1. 생산단계 공정 조건 개선을 통한 조제분유 내 당화산물 저감 방안 개발

12.1.1. 실험실 단위의 분무건조기 사용의 적합성 확인

○ 1차년도 실험결과로 모니터링된 샘플 중 분무건조의 통과 전후의 샘플이 가장 큰 증가폭을 보였으며, 분무건조가 진행되는 조건을 실험실 단위로 축소하여 그 적합성을 확인하였다(그림 186).

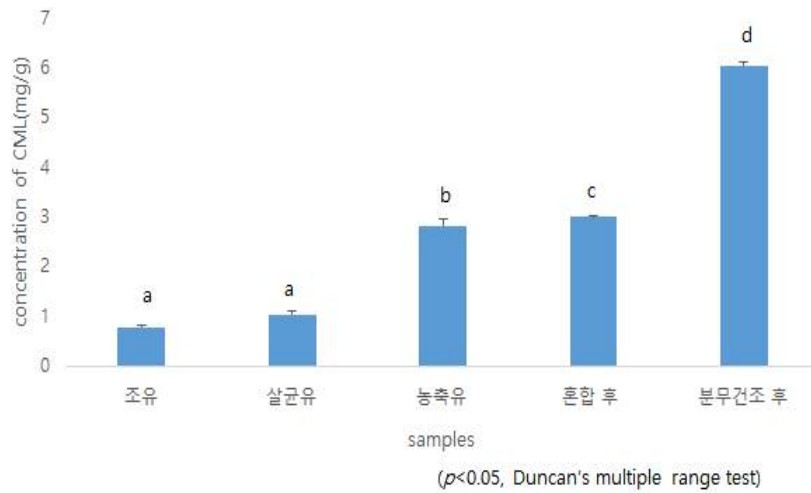


그림 186. CML concentration monitoring in industrial processes of infant formula.

12.1.1.1. 실험방법 및 분석방법

○ 시중에 판매하고 있는 조제분유를 건량 기준50%로 증류수에 녹여 실험실의 분무건조기를 다음과 같은 조건(표 139)에서 통과시켰다.

표 143. Condition of spray dryer.

Condition	Value
Inlet temperature	174°C
Outlet temperature	100°C
Aspirator rate	32 m ³ /h
Pump rate	800 ml/h,

○ 조제분유를 matrix로 하여 발생 가능한 방해요소를 제거한 최적의 시료 전처리 방법을 모색하여 조제분유 내 Ne-(Carboxymethyl)Lysine(CML)을 분석하였다. 대조군으로 분무건조기를 통과시키지 않은 샘플과 비교하여 증가량을 확인하였다.

(1) CML 시료전처리 및 분석방법

○ CML 분석 방법은 표 140과 같다.

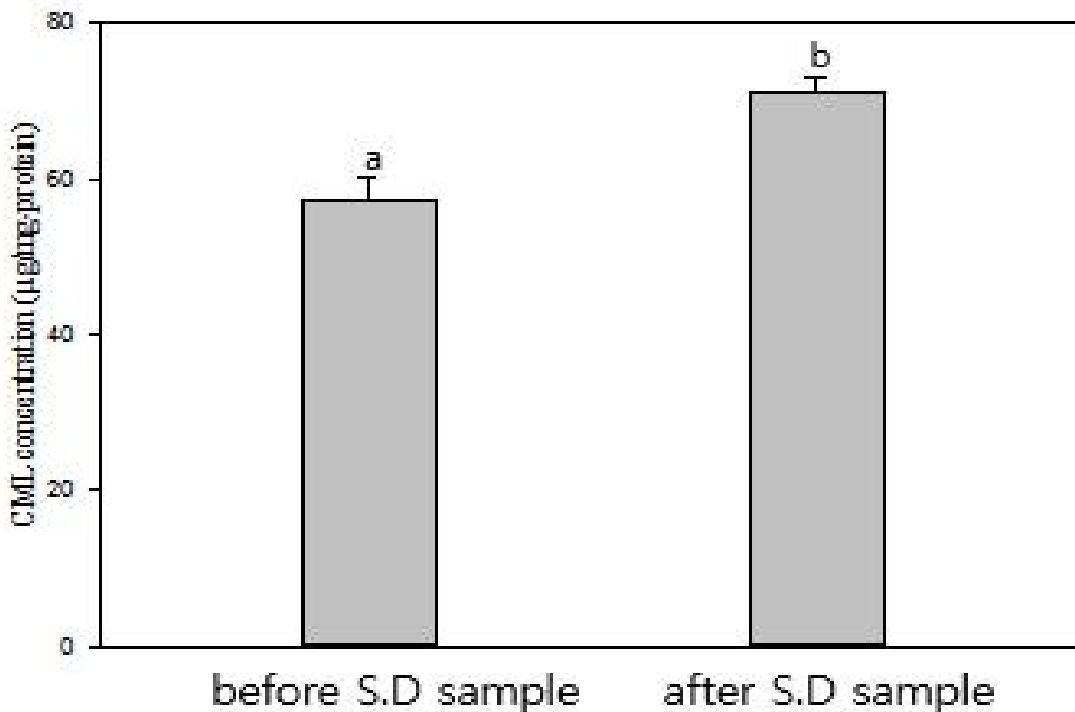
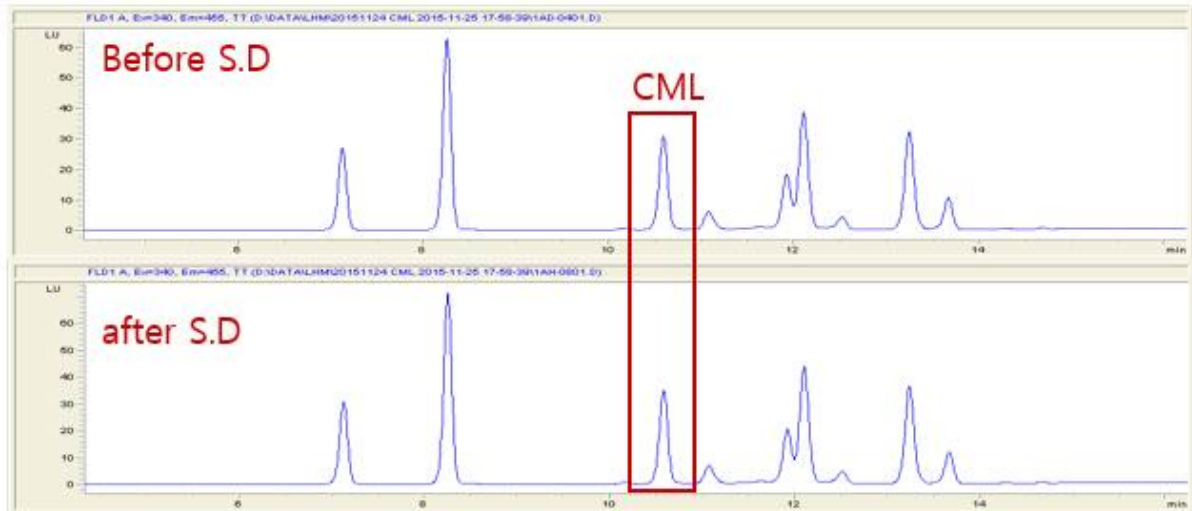
- 시료를 screw cap vial에 20 mg/ml의 농도로 7.95 N의 HCl 용액 4 ml에 녹인 후 1 분간 질소치환
- Cap과 vial을 동봉하여 110°C에서 24시간 처리한 용액을 C-18 cartridge(INO-PAK)
- 에 0.5 ml 분주하여 3 N HCl 용액으로 전개
- 동결건조 한 후 다시 1 ml의 3차 증류수로 녹여 0.45 µm의 syringe filter로 여과
- 시료를 1/1000로 희석한 용액과 8 mM의 OPA, 15 mM의 sodium borate buffer(pH 9.2), mercaptoethanol을 각각 1, 0.05, 8.95 ml 씩 혼합한 용액을 1:1로 섞음
- 3분 간 반응을 시킨 후 아래와 같이 분석

표 144. HPLC-FLD analysis of CML

Instrument	Condition																				
Detector	Fluorescence detector																				
Column	YMC-Triart C18 (4.6 × 50 mm, S-5 µm, Analytical column)																				
	Solvent A: 0.05% TFA in water Solvent B: Methanol																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time(min)</th> <th>% of solvent B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>40</td></tr> <tr><td>10</td><td>70</td></tr> <tr><td>18</td><td>70</td></tr> <tr><td>19</td><td>100</td></tr> <tr><td>21</td><td>100</td></tr> <tr><td>21.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>25</td><td>0</td></tr> <tr><td>26</td><td>40</td></tr> <tr><td>30</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>	Time(min)	% of solvent B	0	40	10	70	18	70	19	100	21	100	21.5	0	25	0	26	40	30	40
Time(min)	% of solvent B																				
0	40																				
10	70																				
18	70																				
19	100																				
21	100																				
21.5	0																				
25	0																				
26	40																				
30	40																				
Mobile phase																					
Flow rate	1.0 ml/min																				
Wavelength	Excitation 340 nm, emission 455 nm																				
Injection volume	20 µl																				

12.1.1.2. 실험결과

○ 설정된 값에서 분무건조를 시켰을 때 그렇지 않은 샘플에 비해 증가함을 통계적으로 확인할 수 있었으며, 약 25% 증가됨을 확인하였다(그림 187).



Data presented as mean ± SD, p < 0.001

그림 187. concentration and chromatogram of CML in infant formula (S.D; spray dryer).

12.1.2. 시료의 모델시스템 구축 및 준비

- 유단백질로 DAVISCO Foods international에서 구입한 Sodium caseinate와 whey protein concentrate(WPC)를 실험에 사용하였으며, 유당은 D-Lactose monohydrate (Sigma-aldrich, 61345)를 사용하였고, 지질은 soy oil을 사용하여 아래와 같은 배합비의 원재료로 사용하였다(표 142).

표 146. Ingredient composition of infant formula model system.

Ingredient composition	Ratio(%)
Lactose monohydrate	57
Sodium caseinate	8.5
WPC	8.5
Soy oil	24

- 다음의 배합비에 증류수를 섞어 용해시킨 뒤 동결건조를 이용하여 분말화 작업을 진행하였다. 완성된 분말을 실험실 단위의 분말건조기에 투입하기 위해 실제 공정조건과 같이 건물함량 50% 수준으로 다시 용해 후 실험을 진행하였다.

12.1.3. 반응표면분석을 이용한 분유 속 당화산물 저감화 조건의 최적화

- Response surface method (RSM)은 반응 값에 영향을 주는 중요한 실험인자를 찾아 다음 이를 활용하여 최적의 반응 값을 찾는 최적화 실험계획법이며, 본 실험에서는 RSM을 통해 첨가물 후보군으로 설정된 inlet temperature, aspirator rate, pump rate를 조제분유 모델시스템에 동시에 적용 하였을 때 당화반응을 저해하는 최적 설정 값을 찾고자 하였다.

12.1.3.1. 반응표면분석의 독립변수 및 종속변수 선정

○ 독립변수의 선정은 분무건조에서 당화반응이 일어나는 절대적 요소가 되는 시료가 받는 열에너지에 근거하여 선정기준으로 삼았으며, 아래와 같은 분무건조 상의 열교 환수지 식에서 엔탈피의 변화로 요인을 확인하였다.

☑ 아래 식에서 “4)” 방정식에서 inlet temperature(T_i)의 값이 증가와 pump rate와 상 응하는 mass flow late(G_i)가 비례함을 알 수 있었다.

☑ 따라서 inlet부분의 엔탈피($H_{b,i}$)가 생산물의 엔탈피($H_{product}$)와 비례함을 알 수 있으 므로 T_i 와 G_i 가 최종 생산물의 온도에 영향을 끼침을 알 수 있다.

1)
$$H_{feed} + H_{b,inlet} = H_{product} + H_{b,outlet} + H_{loss}$$

2)
$$H_f = F \cdot Cp_f(T_{f,i} - T_{ref})$$

3)
$$Cp_f = 1.42C + 1.549P + 1.67F + 0.837A + 4.187M$$

4)
$$H_{b,i} = G'_i Cp'_b(T'_{b,i} - T_{ref}) + G'_i Y'_i \lambda' + G''_i Cp''_b(T''_{b,i} - T_{ref}) + G''_i Y''_i \lambda''$$

5)
$$H_{b,o} = G_o Cp_b(T_{b,o} - T_{ref}) + G_o Y_o \lambda$$

$$= G_o Cp_b(T_{b,o} - T_{ref}) + (G_i Y_i + (\omega_i F - \omega_o P)) \lambda$$

6)
$$Cp_b = Cp_{dryair} + Y \cdot Cp_{vapor}$$

7)
$$H_p = P \cdot Cp_p(T_p - T_{ref})$$

H ; enthalpy, Cp ; specific heat, T ; temperature, C ; carbohydrate P ; protein, F ; fat, A ; ash, M ; moisture, G ; mas flow rate, Y ; absolute humidity, λ ; latent heat, ω ; mass fraction

○ 독립변수에 영향을 받는 종속변수(Y_n)는 형광도(Fluorescence intensity), HMF, CML 함량으로 설정하였다. 최적조건을 찾기 위해 Minitab statistical software(Version13, Minitab Inc., State College, PA, USA)를 사용하였다.

☑ 당화반응은 환원당의 카르복시기와 아미노화합물의 아미노기가 비효소적으로 반응하 여 초기, 중기, 최종 생성물을 만들어 낸다.

☑ 본 실험의 종속변수는 각각의 단계에서 대표적인 마커인 중기 생성물인 HMF, 최종 생성물인 CML, 당화반응의 진행 정도를 확인 할 수 있는 형광도 값(excitation 370 nm / emission 440 nm)을 선정하여 분석하였다.

12.1.3.2. 당화반응 저감화를 위한 독립변수의 부호화

○ 각 첨가물들의 종류를 독립변수(X_n)로 설정하고 유제품 분무건조 조건을 중심으로 실제 분유생산 공정에서 사용되는 조건까지 포함되는 범위로 5단계(-1.68, -1, 0, 1, 1.68) 부호화였다.

12.1.3.3. 당화반응 저감화를 위한 중심합성계획에 따른 실험계획

○ 중심합성계획법(Central composite design, CCD)에 따라 실험을 17구간으로 설정하였으며(Table 00.), Inlet temperature (X_1), Aspirator rate (X_2), Pump rate (X_3)가 형광도(Y_1), HMF 함량(Y_2), CML 함량 (Y_3)에 미치는 영향을 알아보기 위해 Maple software (Maple 7, Waterloo Maple Inc., Waterloo, ON, Canada)를 사용하여 반응표면분석 그래프로 나타내었다(표 143, 144).

○ 첨가물 첨가에 따른 종속변수들은 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계 처리하였다. 이때, 독립변수 X_i 와 X_j 에 대한 종속변수 Y 는 다음과 같은 2차 회귀식으로 나타낼 수 있으며 β_0 는 상수이고, β_i , β_j 는 회귀계임을 알 수 있다.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^4 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i+1}^4 \beta_{ij} X_i X_j$$

○ AGEs 저감화를 위한 첨가물농도의 최적화는 Minitab program을 이용하여 각각의 반응변수에 대한 목표 값을 설정하여 그 범위를 만족시키면서 합성된 만족도(D)를 최대화하는 인자의 최적조합으로 결정함. 만족도란 반응최적화에서 솔루션이 모든 반응에 대한 목표를 전체적으로 만족하는 정도를 측정하는 척도로서 범위는 0에서 1까지이며 반응변수가 목적에 가까울수록 1에 가까워진다.

표 147. Independent variables and their levels used in the response surface design.

Independent variables	Symbol	Levels				
		-1.682	-1	0	1	1.682
Inlet temperature (°C)	X1	148.7	159	174	189	199.2
Pump rate (%)	X2	63.2	70	80	90	96.8
Aspirator rate (%)	X3	63.2	70	80	90	96.8

표 148. Factors and levels in the response surface central composite design arrangement.

Exp. no.	Independent variables		
	L-carnitine (X ₁)	Vit-B6 (X ₂)	Vit E (X ₃)
1	159	70	70
2	189	70	70
3	159	90	70
4	189	90	70
5	159	70	90
6	189	70	90
7	159	90	90
8	189	90	90
9	148.8	80	80
10	199.2	80	80
11	174	63.18	80
12	174	96.82	80
13	174	80	63.18
14	174	80	96.82
15	174	80	80
16	174	80	80
17	174	80	80

12.1.3.4. 시료전처리 및 분석방법

12.1.3.4.1. 형광도 시료전처리 및 분석방법

○ 형광도 시료 전처리 방법은 아래와 같다.

- 유단백질과 유당의 반응 함량을 1 : 2.8의 비율로 반응농도는 3 : 8.4 mg/mL로 설정
- 0.1 M SPB를 반응용매로 하여 100°C에서 30분간 반응
- 첨가물 후보군들은 총 3 가지이며 부호화된 농도별로 처리함
- 형광도는 Victor3 (Perkin Elmerco.) 형광 분석기를 이용하여 측정함(excitation 370 nm / emission 440 nm)

12.1.3.4.2. HMF 시료전처리 및 분석방법

○ HMF 분석 방법은 표 145와 같다.

- 시료 500 μ l 와 0.2 N oxalic acid 500 μ l를 섞어 90°C에서 25분 끓임
- 40% (W/V) Trichloroacetic acid (TCA)를 300 μ l를 넣어서 격렬히 섞어줌
- 20°C에서 8분 동안 10,000 g로 원심분리
- 상등액을 0.45 μ m의 syringe filter로 여과한 후 아래와 같은 분석 조건으로 분석

표 149. HPLC-DAD analysis of HMF.

Instrument	Condition												
Detector	Diode-array detector												
Column	YMC-Triart C18 (4.6×50 mm, S-5 μ m, Analytical column)												
Mobile phase	Solvent A : 0.05% TFA in water Solvent B : Methanol												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Time (min)</th> <th>% of solvent B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Time (min)	% of solvent B	0	0	20	100	25	100	26	0	30	0
Time (min)	% of solvent B												
0	0												
20	100												
25	100												
26	0												
30	0												
Flow rate	1.0 ml/min												
Wavelength	280 nm												
Injection volume	40 μ l												

12.1.3.4.3. CML 시료전처리 및 분석방법

○ CML 분석 방법은 표 147과 같다.

- 시료를 screw cap vial에 20 mg/ml의 농도로 7.95 N의 HCl 용액 4 ml에 녹인 후 1 분간 질소치환 한다.
- Cap과 vial을 동봉하여 110°C에서 24시간 처리한 용액을 C-18 cartridge(INO-PAK)에 0.5 ml 분주하여 3 N HCl 용액으로 전개한다.
- 동결건조 한 후 다시 1 ml의 3차 증류수로 녹여 0.45 µm의 syringe filter로 여과한다.
- 시료를 1/1000로 희석한 용액과 8 mM의 OPA, 15 mM의 sodium borate buffer(pH 9.2), mercaptoethanol을 각각 1, 0.05, 8.95 ml씩 혼합한 용액을 1:1로 섞는다.
- 3분간 반응을 시킨 후 아래와 같이 분석한다.

표 151. HPLC-FLD analysis of CML.

Instrument	Condition																				
Detector	Fluorescence detector																				
Column	YMC-Triart C18 (4.6 × 50 mm, S-5 µm, Analytical column)																				
	Solvent A: 0.05% TFA in water Solvent B: Methanol																				
Mobile phase	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Time(min)</th> <th style="text-align: center;">% of solvent B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">70</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">70</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> </tbody> </table>	Time(min)	% of solvent B	0	40	10	70	18	70	19	100	21	100	21.5	0	25	0	26	40	30	40
Time(min)	% of solvent B																				
0	40																				
10	70																				
18	70																				
19	100																				
21	100																				
21.5	0																				
25	0																				
26	40																				
30	40																				
Flow rate	1.0 ml/min																				
Wavelength	Excitation 340 nm, Emission 455 nm																				
Injection volume	20 µl																				

12.1.3.5. 실험결과

(1) 독립변수에 따른 당화산물의 형광도

○ 형광도는 형광 분석기를 이용하여 측정하였고 대조군은 분부건조기를 통과시키지 않은 모델시스템의 시료이며, 이를 형광도에 대한 %로 나타낸다. 공정조건 inlet temperature (A, °C), pump rate (B, %), aspirator rate (C, %)가 형광도(Y1)에 미치는 영향을 알아보기 위해 Minitab program을 사용하여 이차회귀식 모델을 아래와 같이 얻었고, Maple software를 사용하여 반응표면그래프로 나타내었다(그림 190).

$$\begin{aligned} \text{형광도} = & 139.38 + 4.32 A + 5.82 B + 2.59 C - 0.05 A*A + 4.82 B*B - 1.79 C*C \\ & - 1.15 A*B + 0.31 A*C - 0.65 B*C \end{aligned}$$

○ Inlet temperature의 값이 작을 때 형광도의 값이 급격히 감소하는 양상을 보였으며, 또한, pump rate의 값이 64.6% 부근일 때 가장 작은 형광도 값이 관찰되었다. 또한 aspirator rate 값의 증가함에 처음 형광도의 증가양상을 보였으나 84.9%를 변곡점을 기준으로 다시 감소함을 확인하였다.

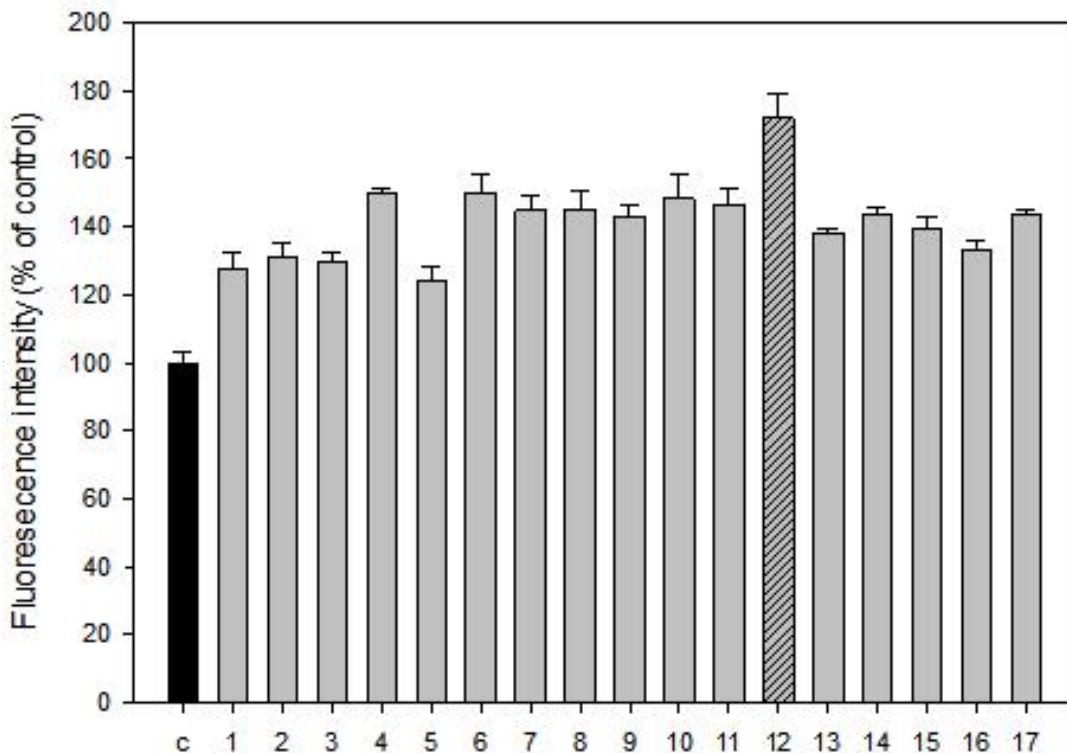


그림 189. Fluorescence intensity of the response surface central composite design arrangement: c; control, 1~17; designed samples.

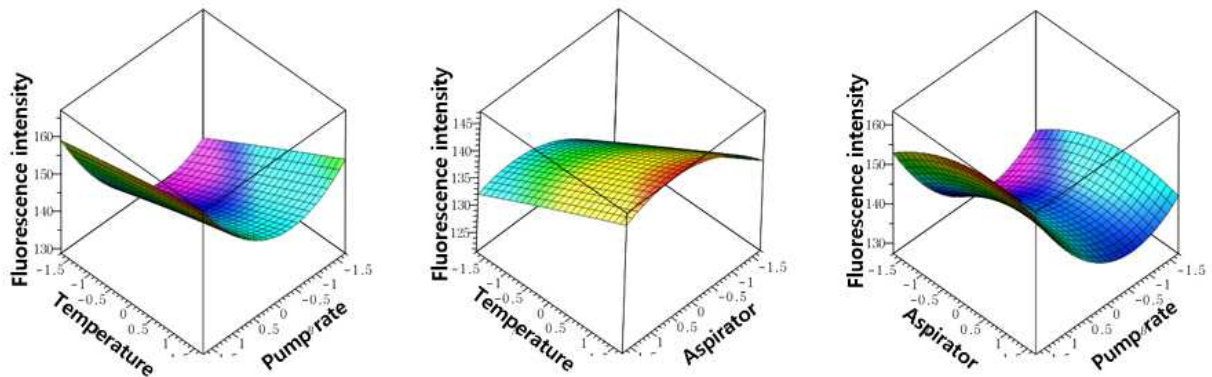


그림 190. Response surface plot for fluorescence intensity.

(2) 독립변수에 따른 당화산물의 HMF

- HMF는 HPLC-DAD를 이용하여 측정하였고 대조군은 분부건조기를 통과시키지 않은 모델시스템의 시료이며, 이를 HMF에 대한 %로 나타내었다.
- 공정조건 inlet temperature (A, °C), pump rate (B, %), aspirator rate (C, %)가 형광도(Y1)에 미치는 영향을 알아보기 위해 Minitab program을 사용하여 이차회귀식 모델을 아래와 같이 얻었고, Maple software를 사용하여 반응표면그래프로 나타내었다 (그림 192, 193).

$$\text{HMF} = 300.6 + 10.97 A - 10.15 B + 16.70 C - 11.65 A*A - 10.14 B*B + 2.92 C*C + 0.13 A*B + 7.20 A*C + 5.63 B*C$$

- Inlet temperature의 값이 185°C를 기준으로 감소 양상에 따라 HMF의 농도 또한 급격히 감소함을 보였으며, 또한, pump rate의 값이 76% 부근일 때 가장 높은 HMF의 농도 값이 관찰되었고 이 부근에서 증가하면 할수록 HMF의 농도가 감소함을 확인함. aspirator rate 값의 증가함에 따라 HMF의 증가양상을 확인하였다.

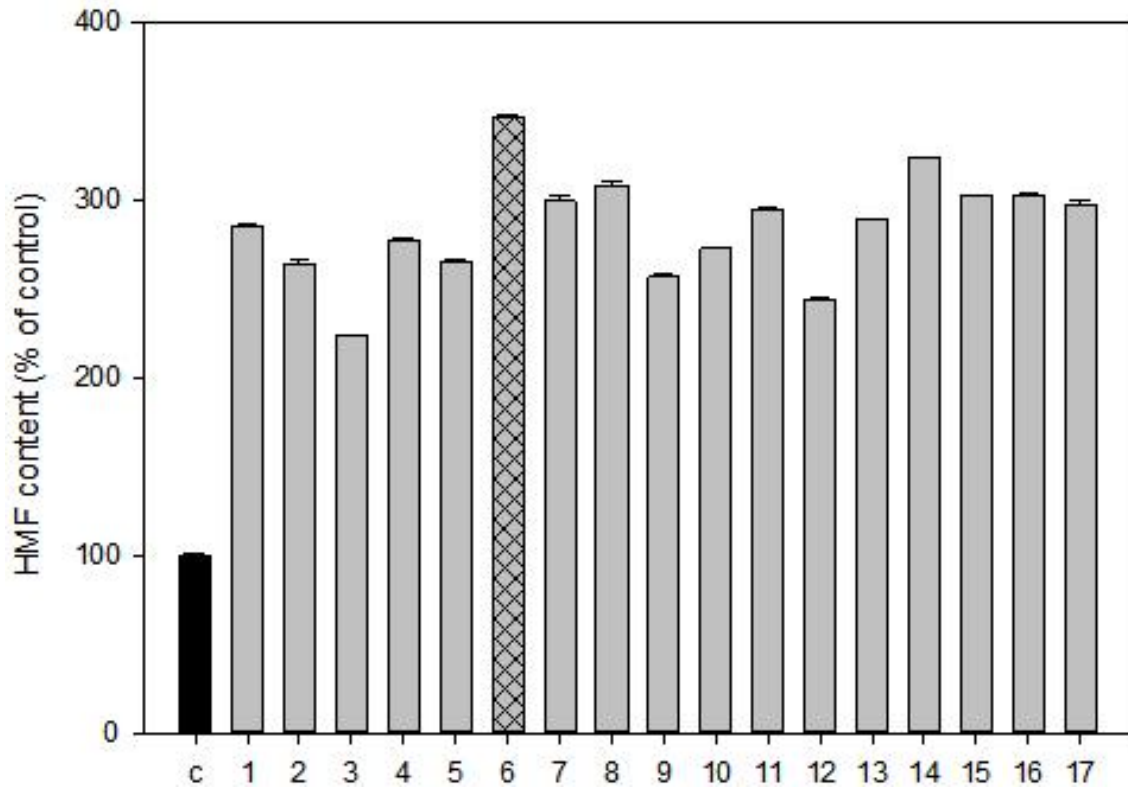


그림 192. HMF content of the response surface central composite design arrangement: c; control, 1~17; designed samples.

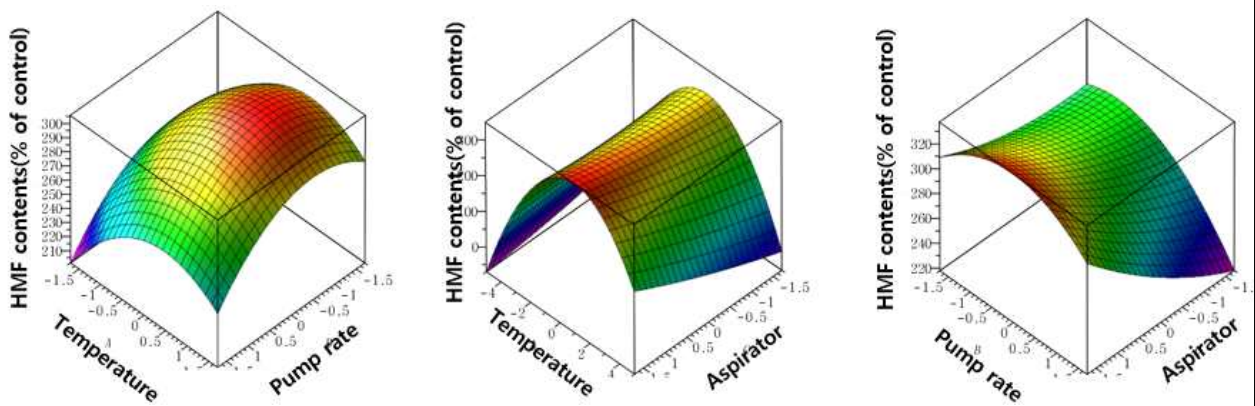


그림 193. HMF content of the response surface central composite design arrangement.

(3) 독립변수에 따른 당화산물의 CML

- CML은 HPLC-FLD를 이용하여 측정하였고 대조군은 분부건조기를 통과시키지 않은 모델시스템의 시료이며, 이를 CML에 대한 %로 나타내었다.
- 공정조건 inlet temperature (A, °C), pump rate (B, %), aspirator rate (C, %)가 형광도(Y1)에 미치는 영향을 알아보기 위해 Minitab program을 사용하여 이차회귀식 모델을 아래와 같이 얻었고, Maple software를 사용하여 반응표면그래프로 나타내었다 (그림 196).

$$CML = 211.1 + 16.1 A - 4.5 B + 4.1 C + 39.4 A*A + 43.0 B*B + 15.2 C*C + 6.6 A*B + 28.9 A*C - 20.9 B*C$$

- Inlet temperature의 값이 164°C 부근에서 가장 낮은 CML 농도를 보였으며, 또한, pump rate의 값이 83.4% 부근일 때 가장 낮은 CML 농도 값이 관찰하였다. aspirator rate 값의 증가함에 따라 CML 농도의 감소양상을 확인하였다.

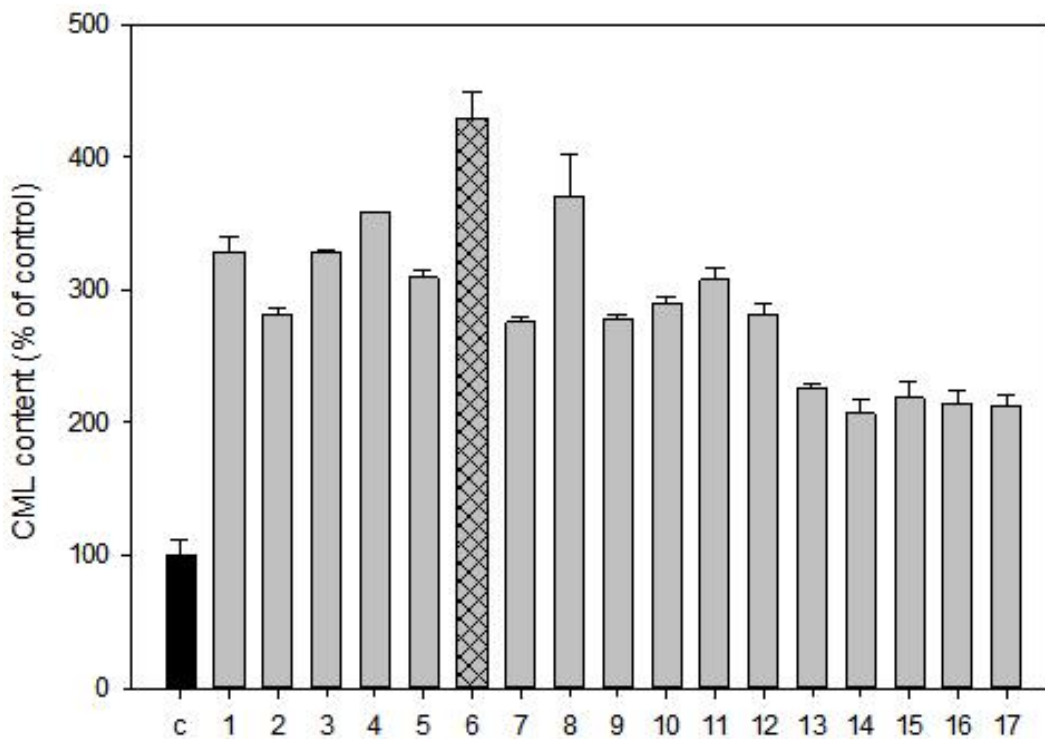


그림 195. CML content of the response surface central composite design arrangement: c; control, 1~17; designed samples.

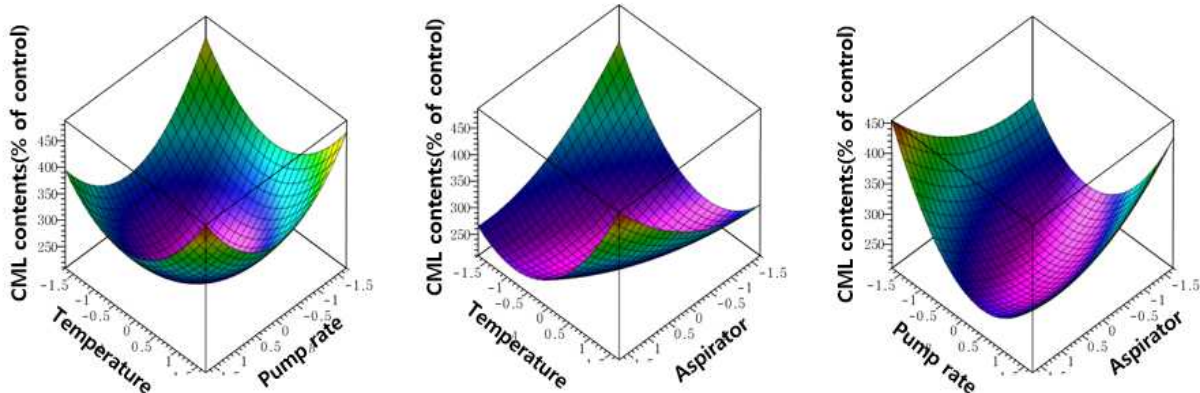


그림 196. HMF content of the response surface central composite design arrangement.

(4) 최적 값에 따른 당화산물의 예측

- 당화반응 저감화를 위한 공정 조건을 설정하기 위해 Minitab program을 사용하여 통계 처리하였다.
- 종속변수 형광도(% of control)와 HMF(% of control)와 CML(% of control)의 목적 값을 최소로 설정하고 최적 조건을 산출한 결과, inlet temperature은 148.7°C, pump rate 는 90.1%, aspirator rate는 96.8%임을 확인하였다.
- 그 결과 예측된 형광도는 135.6(% of control)이고, HMF(% of control)와 CML(% of control)은 각각 261.5%, 248.5%가 되며 만족도는 0.77 임을 확인하였다(표 149).

표 153. predicted values of response variables in critical anti-glycation activity.

Dependent variable	Independent variables			Predict value(%)
	Inlet temperature (°C)	Pump rate (%)	Aspirator (%)	
Fluoresecence intensity				135.63
HMF	148.7	90.1	96.8	261.49
CML				248.51

(5) 최적 값으로 처리 시 당화산물의 실험 값 확인

- 분무건조기를 통과시키지 않은 모델시스템의 시료를 대조군으로 사용하여, 모든 종속 변수 값은 이에 대한 %로 나타내었다.
- 종속변수의 목적 값을 최소로 설정하고 산출한 최적 조건을 분무건조 공정에 적용하였을 때 형광도는 125.93% 이었고, HMF 함량은 253.29%이였으며, CML 함량은 259.62% 임을 확인하였다(표 150). 예측 값과 실험값을 비교하였을 때 형광도는 9.7%, HMF 함량은 8.2%, CML 함량은 11.1% 차이를 보였다.

표 154. predicted values of response variables in critical anti-glycation activity.

Dependent variable	Predict value(%)	Experimental value(%)
Fluoresecence intensity	135.63	125.93
HMF	261.49	253.29
CML	248.51	259.62

12.2. 당화반응 저해제 첨가를 통한 조제분유 내 당화산물 생성 억제 기술

12.2.1. 시료의 모델시스템 구축 및 준비

- 유단백질로 DAVISCO Foods international에서 구입한 Sodium caseinate와 whey protein concentrate(WPC)를 실험에 사용하였으며, 유당은 D-Lactose monohydrate (Sigma-aldrich, 61345)를 사용하였고, 지질은 soy oil을 사용하여 아래와 같은 배합비의 원재료로 사용하였다(표 151).

표 155. ingredient composition of infant formula model system.

Ingredient composition	Ratio(%)
Lactose monohydrate	57
Sodium caseinate	8.5
WPC	8.5
Soy oil	24

- 다음의 배합비에 증류수를 섞어 용해시킨 뒤 동결건조를 이용하여 분말화 작업을 진행하였다.

- 완성된 분말을 실험실 단위의 분말건조기에 투입하기 위해 실제 공정조건과 같이 건물함량 50% 수준으로 다시 용해 후 실험을 진행하였다.

12.2.2. 반응표면분석을 이용한 분유 속 당화산물 저감화 조건의 최적화

- Response surface method (RSM)은 반응 값에 영향을 주는 중요한 실험인자를 찾는 다음 이를 활용하여 최적의 반응 값을 찾는 최적화 실험계획법이며, 본 실험에서는 RSM을 통해 첨가물 후보군으로 설정된 Vit B6 (pyridoxine hydrochloride), L-카르니틴 (L-Carnitine), Vit E (dl- α -tocopheryl acetate)를 조제분유 모델시스템에 동시에 적용 하였을 때 당화반응을 저해하는 최적 설정 값을 찾고자 하였다.
- 시료의 분말화 공정은 앞서 설정된 반응표면분석의 범위 내 가장 당화산물이 많이 생성되는 조건을 재설정 하여 아래의 조건 값으로 본 실험에 적용하였다(표 152).
- 반응표면분석을 이용해 디자인된 시료들의 대조군(control)은 첨가물을 넣지 않고 동일 조건에서 시행된 시료를 기준으로 하였으며, 종속변수의 값은 이에 대한 %로 나타내었다.

표 156. spray drying conditions.

Inlet Temp (°C)	Pump rate (%)	Aspirator rate (%)
183	63	90

12.2.2.1. 반응표면분석의 독립변수 및 종속변수 선정

- 첨가물 후보군은 조제분유 속 함유 되어있는 항산화 효과가 입증된 Vit B6, Vit C, L-카르니틴, Vit E의 총 4개의 후보군을 설정하였다.

○ 각 첨가물 후보군들을 분유 모델시스템에 단독처리 함으로써 형광도 측정을 통해 유단백질-유당 당화산물 저감화 효과를 관찰하였으며, Vit B6를 농도별로 처리하였을 때의 형광도는 LC에 비해 17% (1.25 μ M), 20% (2.5 μ M), 14% (5 μ M), 15% (10 μ M), 21% (20 μ M)감소하는 경향을 보였지만 통계적으로는 LC와 유의적인 차이를 보이지 않았음. 또한 Vit E를 농도별로 처리하였을 때의 형광도는 LC에 비해 17% (3 μ M), 21% (15 μ M), 6% (75 μ M), 12% (375 μ M) 감소하는 경향을 보였고 L-carnitine을 농도별로 처리하였을 때의 형광도는 LC에 비해 15% (3.6 μ M), 24% (18 μ M), 25% (2,250 μ M), 감소하는 경향을 보였음. 마지막으로 Vit C는 LC에 비해 25% (0.25 mM), 53% (0.5 mM), 146% (1 mM), 200% (2 mM), 293% (4 mM)증가하는 경향을 보였고, 유단백질-유당 당화반응 최적 조건 확립 후 4가지 첨가물 후보군을 모델시스템에 적용한 결과 Vit B6 , L-카르니틴, Vit E는 처리한 농도에서 LC의 형광도를 감소시켜주는 경향을 보였지만 Vit C는 오히려 형광도를 증가 시켜주는 경향을 보였으므로 실험에서는 Vit C를 제외한 첨가물들을 적용하였다(그림 197).

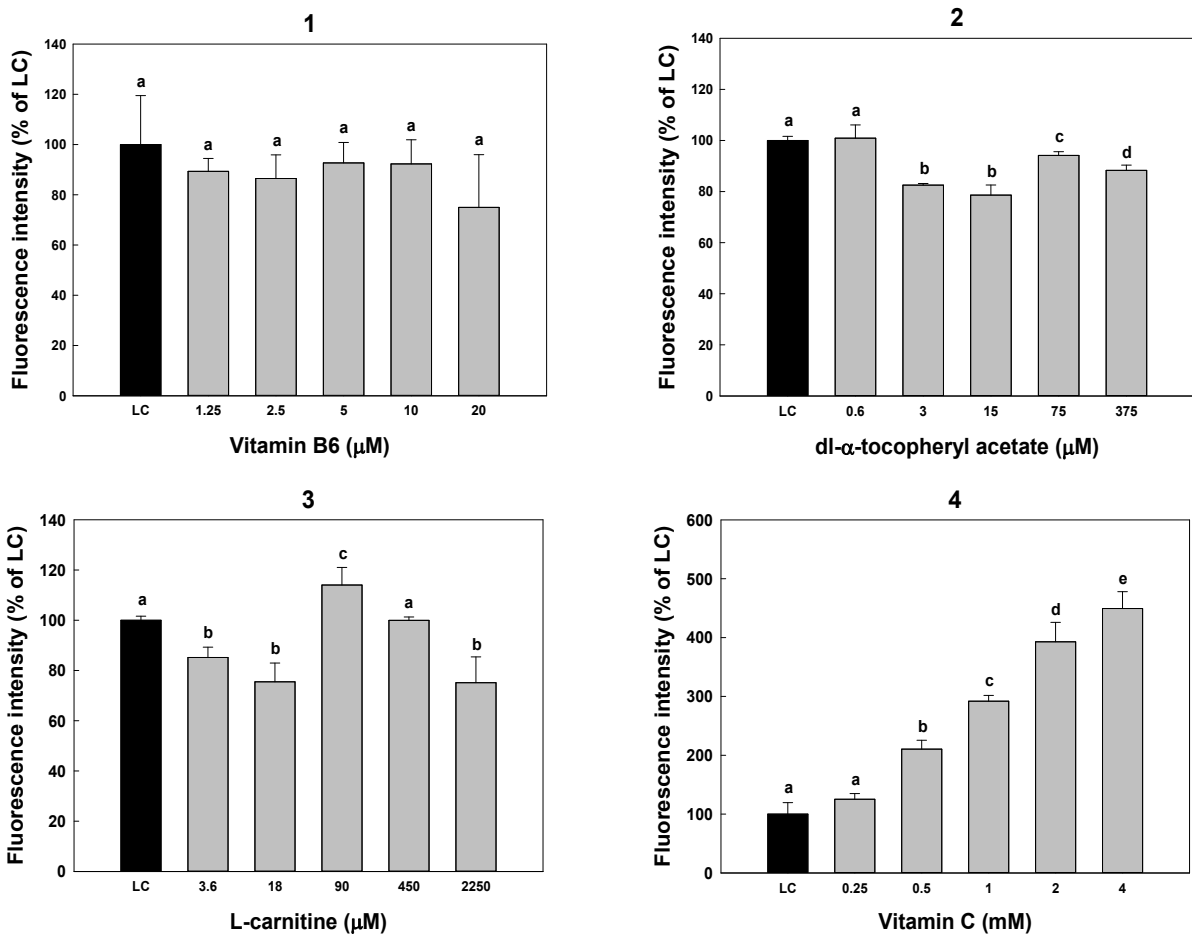


그림 197. Fluorescence intensity of infant formula model system with anti glycation agents: LC; Lactose + Sodium caseinate(Duncan's multiple range test, $p < 0.05$).

12.2.2.2. 당화반응 저감화를 위한 독립변수의 부호화

- 각 첨가물들의 종류를 독립변수(Xn)로 설정하고 각 첨가물들의 농도를 단독처리 시 저감화 효과가 있었던 농도를 중심으로 5단계(-1.68, -1, 0, 1, 1.68)로 부호화하였다.

12.2.2.3. 당화반응 저감화를 위한 중심합성계획에 따른 실험계획

- 중심합성계획법(Central composite design, CCD)에 따라 실험을 17구간으로 설정하였으며(표 153) 독립변수에 영향을 받는 종속변수(Yn)는 형광도(Fluorescence intensity), HMF, CML 함량으로 설정하였다. 최적조건을 찾기 위해 Minitab statistical software (Version13, Minitab Inc., State College, PA, USA)를 사용하였으며, Vit B6 (X1), Vit E (X2), L-carnitine (X3)가 형광도(Y1), HMF 함량(Y2), CML 함량 (Y3)에 미치는 영향을 알아보기 위해 Maple software (Maple 7, Waterloo Maple Inc., Waterloo, ON, Canada)를 사용하여 반응표면분석 그래프로 나타내었다.
- 첨가물 첨가에 따른 종속변수들은 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계 처리하였다. 이때, 독립변수 Xi와 Xj에 대한 종속변수 Y는 다음과 같은 2차 회귀식으로 나타낼 수 있으며 β0는 상수이고, βi, βj는 회귀계수이다.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^4 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=i+1}^4 \beta_{ij} X_i X_j$$

- AGEs 저감화를 위한 첨가물농도의 최적화는 Minitab program을 이용하여 각각의 반응변수에 대한 목표 값을 설정하여 그 범위를 만족시키면서 합성된 만족도(D)를 최대화하는 인자의 최적조합으로 결정하였다. 만족도란 반응최적화에서 솔루션이 모든 반응에 대한 목표를 전체적으로 만족하는 정도를 측정하는 척도로서 범위는 0에서 1까지이며 반응변수가 목적에 가까울수록 1에 가까워졌다.

표 157. Independent variables and their levels used in the response surface design

Independent variables (mg/100g)	Symbol	Levels				
		-1.682	-1	0	1	1.682
Vit B6(°C)	X1	0.2	0.5	1	1.5	1.8
Vit E	X2	4	6	9	12	14
L-carnitine	X3	3.6	7	12	17	20.4

13. 당화산물 저감화 조건의 현장 적용을 통한 당화산물 생성 감소 확인

13.1. 저감화 조건 적용 분유 내 당화산물 지표 및 함량 확인

- 현장에서 생성되는 분유에 대하여 기존의 제품과 저감화 조건을 공정에 적용하여 생산한 제품과의 비교를 통하여 실제 현장 적용 시 당화산물 저감 효과가 있는지 여부를 확인하고자 하였다.
- 매일유업으로부터 기존의 제품과 조건이 적용된 제품을 제공받아 실험에 사용하였으며, 분유 제조 공정 중 분무건조의 온도 조건은 아래와 같이 설정되었다(표 154).

표 158. Spray drying condition of infant formulas

구분	Dryer	Temperature
기존	Inlet	210±10°C
	Outlet	93±5°C
변경	Inlet	166~172°C
	Outlet	82~83°C

13.2. 실험결과

- 형광도는 형광 분석기를 이용하여 측정하였고 대조군은 기존 생산되는 제품이며, 이를 형광도에 대한 %로 나타내었다.
- HMF는 HPLC-DAD를 이용하여 측정하였고 대조군은 기존 생산되는 제품이며, 이를 HMF에 대한 %로 나타내었다.
- CML는 HPLC-FLD를 이용하여 측정하였고 대조군은 기존 생산되는 제품이며, 이를 CML에 대한 %로 나타내었다.
- 기존 제품 대비 저감화 조건 적용 시료에서 형광도의 세기는 13.2%가 감소하였으며, HMF의 함량은 12.8%가 감소하였다. 또한 CML의 함량은 16.7% 감소하였다.

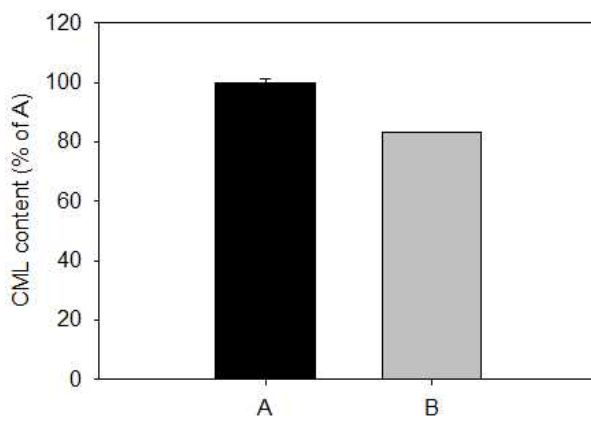
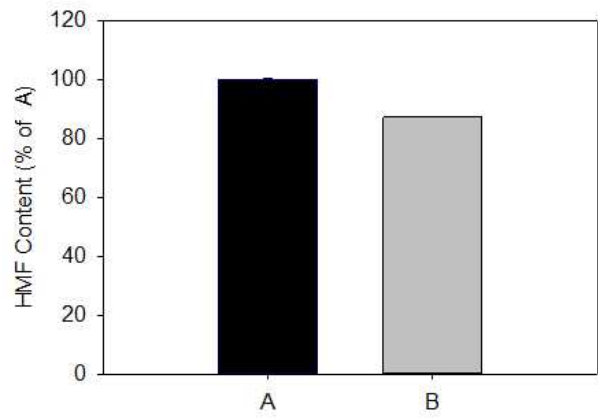
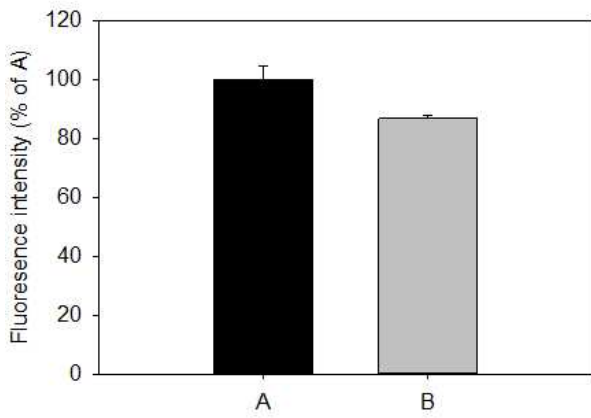


그림 198. Fluorescence intensity, HMF and CML content of infant formulas.

PART VII 유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출형 조제분유 포장 전략 연구

[제 4협동: 경남대학교 이동선 교수]

14. 중국 유통환경에 적합한 제품 포장 연구

14.1. 중국 수출용 조제분유 유통환경 현황조사

14.1.1. 중국 현지 조제분유 포장 현황 조사

○ 중국의 주요 소비시장으로 여겨지는 베이징과 상하이로 선정하여 시중에 유통되는 조제분유포장으로 대용량 9개와 중용량 6개 제품을 구입하여 포장을 개봉하면서 식품포장 기능적 특성을 분석하였다(표 155).

표 159. 중국시장에서의 조제분유 포장

Brand	Country of manufacture	Fill weight (g)	Package form	Package material	Shelf life (month)
A	NL	900	Metal can	Tinplate + PP + Al foil	24
B	US	900	Metal can	Tinplate + PP + Al foil	24
C	NZ	900	Metal can	Tinplate + LDPE	24
C	NZ	400	Paper box + plastic bag	Paper board + Al-plastic film	24
D	US	900	Plastic can	HDPE + PP + rubber + Al foil	24
E	FR	800	Paper can	Shrink film + paper tube + PP + Al foil	18
E	FR	400	Metal can	Tinplate + PE + Al foil	24
F	CN	900	Metal can	Tinplate + plastic + Al foil	24
F	CN	400	Paper box + plastic bag	Paper board + Al-plastic film	24
G	CN	1000	Metal can	Tinplate + LDPE + Al foil	24
G	CN	405	Shrink film + paper box + small pouch	OPP film + paper board + Al-plastic film	18
H	CN	900	Paper box + metal can	Paper board+tinplate + PE + Al foil	24
H	CN	400	Paper box + plastic bag	Paper board + Al-plastic film	18
I	CN	900	Metal can	Tinplate + plastic + Al foil	24
I	CN	400	Plastic bag	Paper board + Al-plastic film	18

- ☑ 중국 시장에서 조제분유포장으로는 금속캔이 대용량(800~1000 g) 포장의 주된 형태이고, 중용량(400 g) 포장에서는 유연포장백이 많았다. 제품의 유통기한은 대부분 24개월이었고, 개봉 후 사용의 2차 유통기한은 2주~4주의 범위에 있었다.
- ☑ 포장의 기능적 측면에서 편의성 기능은 easy-open 도구와 소비 시 용량조절 스푼으로 제공되고 있었다. 정보전달의 기능면에서는 유통기한과 개봉 후 소비기한에 대한 정보가 영양성분 및 사용방법에 대한 안내 외에도 제공되고 있었다(표 156).

표 160. 조제분유포장에 사용된 기능의 여러 요소들

Function	Devices or items for the function
Containment	Ratio of fill weight to package volume, material type, tamper-evident part or fixture, double extra cap, addition of Ziploc device in plastic bag
Protection	Mechanical strength, gas and vapor barrier, light barrier, modified atmosphere, extra package layer such as paper box
Convenience	Easy-open device, insertion of spoon, devise for controlling use portion
Communication	Clear information (name, instructions, etc.), safety information, shelf life, secondary shelf life

- ☑ 제품 품질 보호성을 위하여 기체 및 증기 차단성 재료와 함께 N₂/CO₂ 혼합기체로의 변형기체 포장이 강성포장에서는 주로 사용되지만, 유연포장에서는 N₂ 치환포장이 보편적으로 사용되고 있었다(표 157).

표 161. 중국시장에서 판매되는 조제분유포장의 기체조성

Brand (package unit)	Package	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	N ₂ (%)
A (900 g)	Metal can	43	6	51
E (800 g)	Paper can	23	1	76
C (400 g)	Plastic bag	0	0	100
F (400 g)	Plastic bag	0	0	100
G (27 g/405 g)	Small pouch	0	0	100
H (400 g)	Plastic bag	0	2	98
I (400 g)	Plastic bag	0	21	79

14.1.2. 중국의 조제분유 유통환경 조사

- 중국 내 광범위하게 위치한 대표적 중국 11개 도시의 고도, 온도, 습도 조건을 유통조건으로 조사하여 포장의 수증기 및 기체 차단성 결정을 위한 기초자료로 삼고자 하였다.
- ☑ 유통조건에 의하면 온도와 습도는 매우 광범위하지만(온도 - 23.8~33.3°C, 습도 19~87%), 보편적인 평균조건으로는 25°C, 80%의 상대습도 조건에 해당되었다. 고도는 5~3658 m로서 매우 넓은 범위를 보였다.

14.2. 중국 유통환경에 적합한 조제분유 제품의 포장 요구도 결정

14.2.1. 조제분유의 흡습특성과 이에 따른 한계수분함량의 결정

- 수분에 대해서 요구되는 보호성을 위한 기본 정보로서 조제분유의 수분활성도-수분함량의 관계를 결정하였다(그림 200).
- ☑ 등온흡습곡선에서 수분활성도 0.5에서의 물리적 전이가 나타났고, 이는 조제분유제품에서 바람직하지 못하므로, 이 전이점을 적절한 포장을 위해서 한계수분함량으로 결정하였다. 즉, 수분활성도 0.5에서의 평형수분함량 0.060 g H₂O/g 건물을 한계수분함량으로 결정하였다.

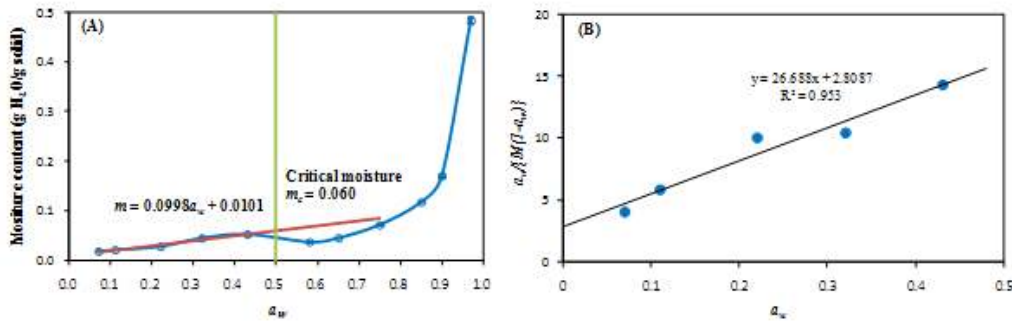


그림 200. 조제분유의 등온흡습곡선(A)과 BET 방정식의 표현(B)

- ☑ BET(Brunauer-Emmett-Teller) 방정식(식(13-1), 및 그림 13-1(B))에 따른 분석에 의하여 단분자층 수분함량(M₁)을 0.034 g H₂O/g 건물로 얻었으며, 이는 조제분유의 저장을 위한 이상적 수분함량으로 이해된다.

$$\frac{a_w}{M(1-a_w)} = \frac{1}{M_1 C} + \frac{C-1}{M_1 C} a_w \quad (13-1)$$

여기서 a_w는 수분활성도, M은 수분함량(g H₂O/g 건물), M₁은 단분자층 수분함량(g H₂O/g 건물), C는 상수.

14.2.2. 조제분유의 산화허용범위의 결정

- 산소에 의한 산화에 대해서 요구되는 보호성을 결정하기 위하여 13 g 단위 소규모 스틱형 알미늄 적층포장에서 산소농도 감소와 조제분유의 과산화물가의 변화를 연관시켜 한계수준에 도달하는 산소흡수량을 결정하였다(그림 201).
- ☑ 과산화물가의 증가가 9 meq/kg에 이르기까지 소비흡수된 산소의 양으로서 허용산소량 0.146 mL를 얻었고, 이는 제품 기준으로 0.011 mL/g에 해당되었으며 이후의 포장의 산소 차단성 설계에 사용하였다.

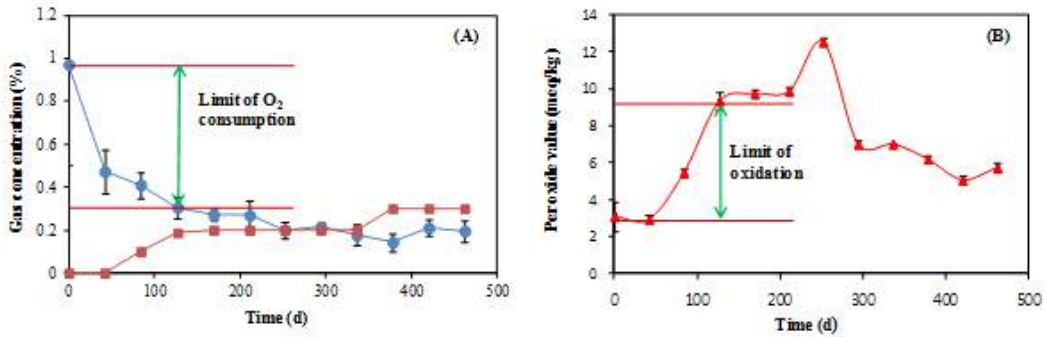


그림 201. 조제분유포장(13 g 단위, 3.5x17.5 cm 크기)에서의 기체조성변화(A)와 제품의 과산화물가 증가(B). ●, O₂; ■, CO₂; ▲, 과산화물가.

14.2.3. 조제분유의 이산화탄소 용해성 평가 및 포장압력 예측모델링

○ 이산화탄소의 조제분유로의 용해성(K_H)을 40~-17°C에서 측정하여서 463~2615 mg kg⁻¹ atm⁻¹의 범위에 있었다(그림 202). 저온에서 용해도가 높았고, 온도의 함수로 표시하였다.

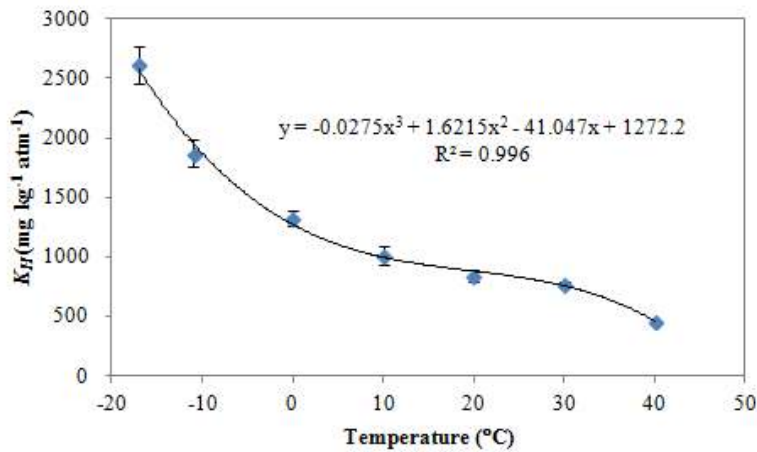


그림 202. 온도에 따른 조제분유로 CO₂ 용해도(K_H).

☑ 조제분유에서의 CO₂ 용해성과 포장에서의 기체의 물질수지 관계를 사용하여 여러 변형기체조건에 따른 포장압력(Ptotal)을 예측하는 모델을 정립하였다(식 (13-2) 및 식 (13-3)).

$$\frac{101325 \cdot P_{CO_2, in} \cdot V_h \cdot M}{R \cdot T_{in}} = \frac{101325 \cdot P_{CO_2} \cdot V_h \cdot M}{R \cdot T_{eq}} + W \cdot K_H \cdot P_{CO_2} \tag{13-2}$$

$$P_{total} = P_{CO_2} + P_{O_2/N_2} = P_{CO_2} + \frac{T_{eq}}{T_{in}} \cdot P_{O_2/N_2, in} \tag{13-3}$$

여기서 M 은 이산화탄소의 분자량($44010 \text{ mg mol}^{-1}$), R 은 기체상수($8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$), T_{in} 은
 치환포장시의 온도(K), V_h 는 헤드스페이스의 부피(mL) $P_{CO_2,in}$ 는 상압 조건에서 포장밀봉 시
 CO_2 의 분압 혹은 비율(atm), T_{eq} 는 평형조건(유통)의 온도(K), W 는 제품의 무게(kg), P_{CO_2} 는
 평형 이산화탄소 분압(atm), K_H 는 이산화탄소 용해성을 나타내는 Henry의 상수($\text{mg kg}^{-1} \text{ atm}^{-1}$),
 $P_{O_2/N_2,in}$ 은 상압 조건에서 충전밀봉 시의 산소와 질소의 분압 혹은 비율(atm)이다.

- ☑ 확립된 모델에 의한 이산화탄소 분압과 전체압력은 실제 실험치와 잘 일치함을 확인
 하였다(그림 203). 이 모델은 여러 유통조건에서 포장의 압력을 예측하는 데에 사용
 될 수 있다.

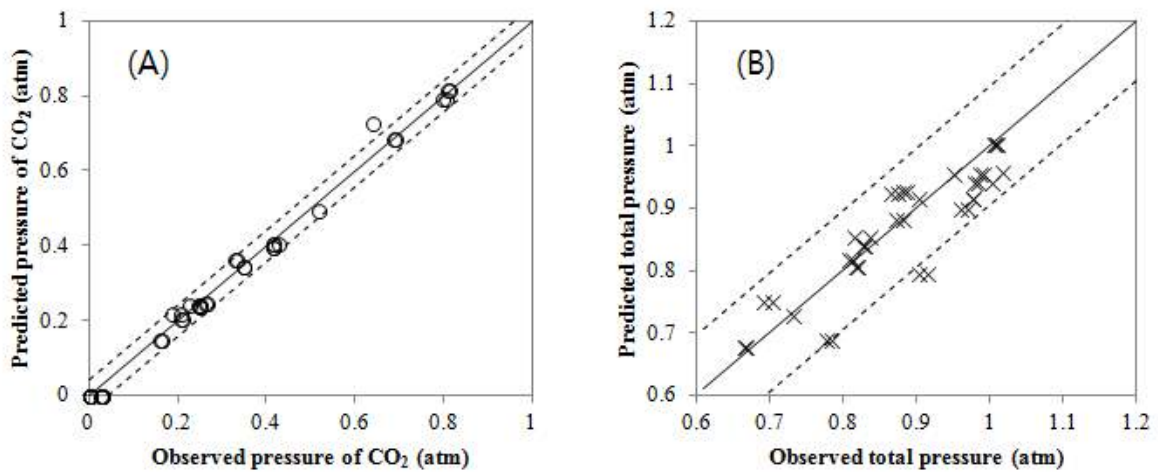


그림 203. 여러 변형기체 및 온도 조건에 따라 예측된
 CO_2 분압(A) 및 전체압력(B).

14.3. 중국 수출용 조제분유 포장의 설계 및 특성 평가

14.3.1. 조제분유포장의 수증기 및 기체차단성 설계

- 설정된 유통기한(t_s , d) 동안, 초기수분함량(M_i , 0.034 g H₂O/g 고형분)으로부터 한계 수분함량(M_c , 0.060 g H₂O/g 고형분)에 이르게 하는 수분투과도를 간단한 수학 모델 식 (13-4)에 의하여 계산하고, 상대습도 90%에서의 수증기압차 조건에서의 수증기 투과율($WVTR$, water vapor transmission rate, g m⁻² d⁻¹)로 변환하여 여러 플라스틱의 수증기 투과도 값과 비교함:

$$\frac{\bar{P}_w}{L} = \frac{\ln\left[\frac{(M_e - M_i)}{(M_e - M_c)}\right]}{\frac{t_s A p_s}{b W_s}} \tag{13-4}$$

여기서 \bar{P}_w 는 수증기 투과도계수(g μm m⁻² d⁻¹ atm⁻¹), L 은 포장필름의 두께(μm), M_e 는 외기 습도 조건에서의 가상적 평형수분함량 예측치(g H₂O/g 고형분), W_s 는 제품의 건물(g), A 는 포장의 표면적(m²), p_s 는 외기 온도 조건의 수증기압(atm), b 는 등온흡습곡선의 직선부분의 기울기.

- 설정된 유통기한 t_s (d) 동안 허용한계(mL)의 산소를 투과시키는 포장의 산소 투과도 (\bar{P}_{O_2}/L 혹은 OTR)를 얻었음(식 (13-5)).

$$\frac{\bar{P}_{O_2}}{L} = \frac{O_2 \text{ 허용한계}}{t_s A (0.21 - [O_2]) p_a} \tag{13-5}$$

여기서 $[O_2]$ 는 포장 내에 일정하게 유지되는 산소 농도(atm), \bar{P}_{O_2} 는 산소 투과도 계수(mL μm m⁻² d⁻¹ atm⁻¹), p_a 는 통상 기압(1 atm). $[O_2]$ 값으로는 분유의 질소 치환포장에서의 대표적 산소 농도인 0.01 atm(1%)를 사용.

- ☑ 중국시장의 대표적인 유통조건인 25°C, 상대습도 80%에서 유통기한에 필요한 수증기 및 산소 차단 특성은 75 μm 두께 기준의 플라스틱 필름과 대비하여 그림 204에서 나타내었음.

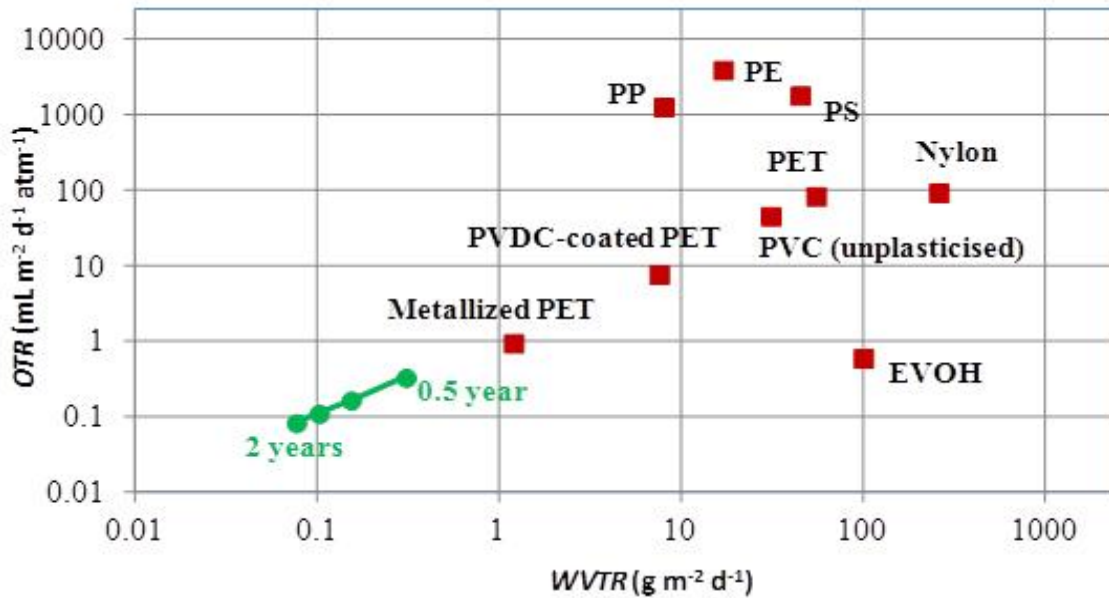


그림 204. 플라스틱 필름(대표적 두께 75 μm)의 수증기 및 산소 투과도에 대비된 조제분유 제품의 유통기한 확보에 필요한 포장필름의 수증기 및 산소 차단성.

- ☑ 6개월 이상의 유통기한을 위해서는 수증기 및 산소 차단성에서 알미늄 적층 필름, 호일 적층 컴포지트 캔, 금속 캔과 같은 고기체차단성 포장이 사용되어야 하는 것으로 분석됨.

14.3.2. 수출시장에서의 조제분유포장의 변형기체(MA) 조건 설계

- 외기 환경 조건에 대한 MA 캔 포장의 압력형성의 반응을 분석한 결과, 고도와 온도의 조합에 따른 포장의 상대적 팽창이나 음압형성을 예측할 수 있었고, 이로부터 적절한 이산화탄소 치환의 정도를 결정할 수 있었다.
- ☑ 온도에 따른 유통환경 조건에 대해서 사용할 MA로서 그림 205의 예측으로부터 외부 압력보다 낮은 포장 압력을 형성하는 이산화탄소 농도의 범위를 확인하였음.

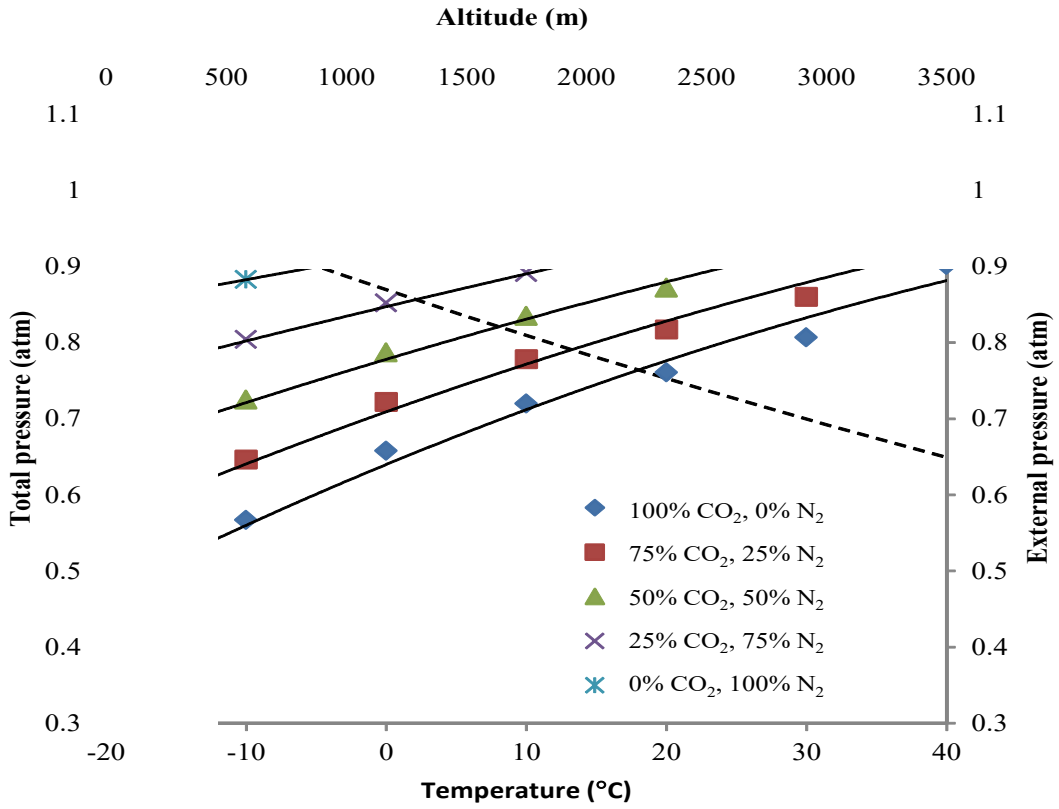


그림 205. 여러 MA 포장조건이 유통온도 조건에서 형성시키는 압력. 점선은 고도에 따른 압력으로서 MA 포장은 점선 하부의 조건에서 이루어져야 함.

☑ 유통환경의 고도와 압력에 따른 균형압력 형성을 위한 기체치환의 MA 조건을 제시 하였음(그림 206).

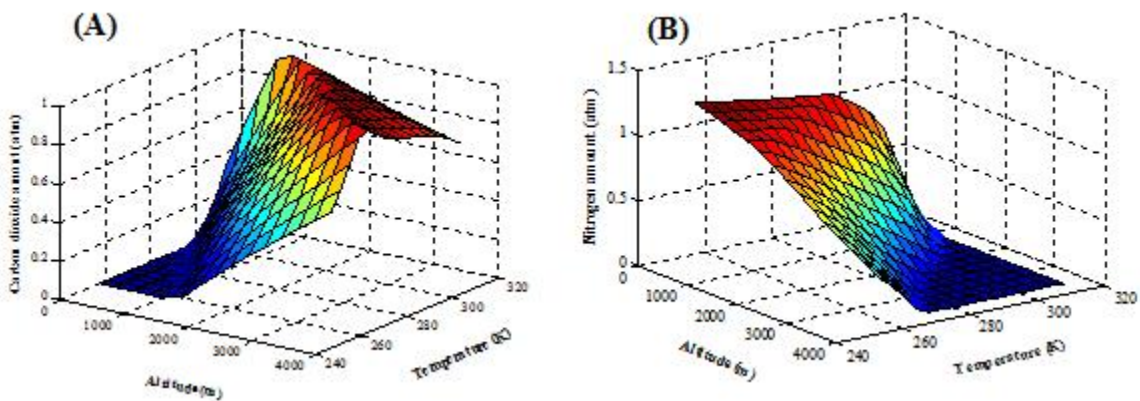


그림 206. 고도와 온도에 따른 압력균형을 얻기 위한 CO₂ 분압(A) 및 N₂ 분압(B).

- ☑ 대표적 MA 포장인 30% CO₂/70% N₂ 치환 캔에 4 개의 중국 도시에 대해서 포장의 반응을 평가 분석한 결과(표 158), 압력균형을 위하여 목표시장에 따라 다른 MA 포장조건 설정이 필요함을 보였음.

표 162. 대표적 중국4도시에서의 조제분유 MA 캔 포장의 반응 및 위험도 회피 방안

Attributes	City (season)			
	Haerbin (winter)	Shanghai (summer)	Lasa (summer)	Kunming (summer)
<u>Locational and weather conditions</u>				
Altitude (m)	172	5	3658	1892
Atmospheric pressure (atm)	0.98	0.99	0.64	0.80
Average temperature (°C)	-23.8	32.3	23.2	24.8
<u>Response of common MA (30% CO₂/70% N₂) package</u>				
Estimated pressure (atm)	0.71	0.97	0.93	0.94
Pressure difference (atm)	-0.27	-0.02	0.29	0.14
Visual appearance	Vacuumed	Almost flat	Expanded	Slightly expanded
MA (CO ₂ /N ₂) for pressure balancing (atm)	0.00/1.17	0.12/0.88	0.82/0.00	0.93/0.00

15. 판매 확대를 위한 소단위 포장형태 연구

15.1. 소단위 포장의 크기와 조건 결정을 위한 수출국 소비자의 소비형태 및 기호도 조사

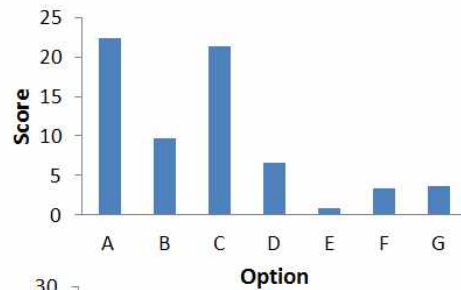
- 중국 소비자들의 분유포장에 대한 선호도와 의견을 파악하고자 Shanghai, Beijing, Haerbin의 3 지역의 소비자 37명을 대상으로 방문하여 1차 설문조사 하고, Zhengzhou, Wuhan, Xi'an, Chengdu 지역의 조제분유를 먹이는 부모 2131명을 대상으로 온라인 조사를 실시하였다. 또한 Wuxi 소재의 Jiangnan 대학교 포장학과 연구팀으로부터 조제분유 포장개발의 방향에 대한 의견을 청취하였다.
- 중국 소비자는 일반적으로 중대형 크기(400~600 g 단위 혹은 800~900 g 단위)의 금속 캔 포장을 선호하고 있었고, 개발되는 편의성 포장에 대해서는 긍정적 수용성을 가지고 있었다(표 159). 하지만 새로운 포장기술의 도입에 대해서는 조심스런 태도를 가지며, 오염방지와 안전성 확보를 위한 포장의 역할을 중요시하였다(그림 207).
- ☑ 소형단위 포장에서 편의성 포장에 대한 희망이 있었다. 편의성 소형포장으로는 stick 이나 pouch 형태를 선호하여서, 이들 두 형태가 비슷한 점을 고려하면 편의성 소형 포장은 easy-open 기능이 있는 소형 봉지가 바람직한 방향으로 생각된다.
- ☑ 전문가 조사에서 우수한 품질보존을 가능케하는 포장에 대한 필요성과 가능성을 확인하였고, 보호성과 편의성 면에서 초점을 둔 포장개발이 제시되었다.

표 163. 조제분유 포장 선호도에 대한 대단위 조사 결과(단일선택)

Question	Response
Do you pay attention to the package when you buy baby formula?	Yes (60.6%); Occasionally (27.9%); No (11.5%)
What kind of baby formula packaging do you prefer?	Can (87.3%); Box (6.8%); Bag (5.9%)
Which of the following packaging size of baby formula do you usually choose?	Large (800-900 g) (42.3%); medium(400-600 g) (51.6%); Small (< 400 g) (6.1%)
Are you willing to use convenient baby formula packaging with small size (containing the amount of milk powder for each time), such as stick packaging, pouch packaging, capsule packaging etc.?	Yes (75.7%); No or Not sure (24.3%)
If you will, which type do you prefer as a small size convenient one-portion package?	Stick (31.7%); Pouch (21.6%); Cup (6.6%); Capsule (14.2%); Can (25.9%)
How do you usually deal with the package when the formula powder was used up?	Through away (47.6%); Continue loading milk powder (11.8%); Using it as other ways (40.6%)

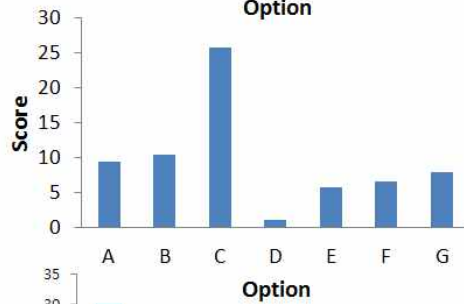
What kind of functions do you hope the baby formula packaging to have?

- A. Protecting the milk powder reliably and safely
- B. Presenting marked identification of the brand
- C. Presenting the detail composition of infant formula
- D. Stressing the selling point or special profiles of the infant formula
- E. Good graphic design and high quality printing
- F. Being eco-friendly, reused or recycled
- G. Extending the shelf life of infant formula



In your case, what should to be improved for current infant formula packaging?

- A. Leakage
- B. Not easy to open
- C. Inflow of air and contamination after opening the cap, affecting the quality of product
- D. Lack of innovation in packaging design and bad quality printing
- E. Waste of resources and environment pollution when you throw way the package
- F. Not easy to carry on
- G. Non-moisture poof



Which following factors do you think is the most important when you purchase infant formula?

- A. Safety and hygiene
- B. Nutritional composition
- C. The feedback of feeding
- D. Price
- E. Public reputation
- F. Package

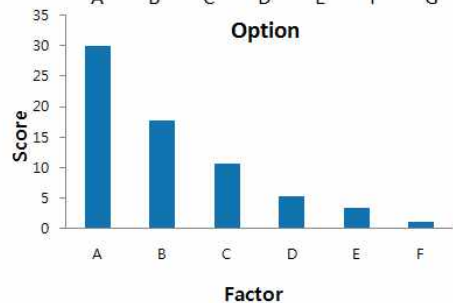


그림 207. 대규모 조사에서 중국 소비자에 의해서 조제분유 포장에 대하여 요구되는 특성과 기능. 3가지 선호사항을 우선순위로 선택하게 함.

15.2. 포장의 보호성과 기능성에 따른 저장유통기한 결정

15.2.1. 유통환경에서 포장조건별 조제분유의 유통기한 설정 모델 확립

- 주요 품질변화 요소인 산화적 품질변화의 지표인 과산화물가(POV) 증가에 기준하여 유통기한 모델을 정립하였다.
- ☑ Huang의 방정식(식 (14-1))을 사용하여 최대산화속도상수인 $k_m(\text{meq kg}^{-1} \text{d}^{-1})$ 과, 유도기인 $\lambda(\text{d})$ 을 얻고, 온도 및 산소 농도의 정량적 효과를 분석하였다.

$$POV = POV_o + k_m \left\{ t + \frac{1}{25} \ln \left(\frac{1 + \exp[-25(t - \lambda)]}{1 + \exp(25\lambda)} \right) \right\} \quad (14-1)$$

여기서 POV 는 저장시간 $t(\text{d})$ 에서의 $POV(\text{meq/kg})$, POV_o 는 초기 과산화물가(meq/kg)이다.

- ☑ POV 증가의 온도의존성은 그림 208로서 나타났으며 Arrhenius 방정식(식 (14-2) 및 식 (14-3))에 따라 $(1/\lambda)$ 과 k_m 의 활성화에너지(각각 $E_{a,\lambda}$ 와 $E_{a,k}$), 31.25 kJ/mol 및 61.75 kJ/mol을 얻었다.

$$(1/\lambda) = (1/\lambda_o) \exp\left(-\frac{E_{a,\lambda}}{RT}\right) \quad (14-2)$$

$$k_m = k_{m,o} \exp\left(-\frac{E_{a,k}}{RT}\right) \quad (14-3)$$

여기서 T 는 온도(K), R 은 기체상수($8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$), λ_o 과 $k_{m,o}$ 는 상수이다.

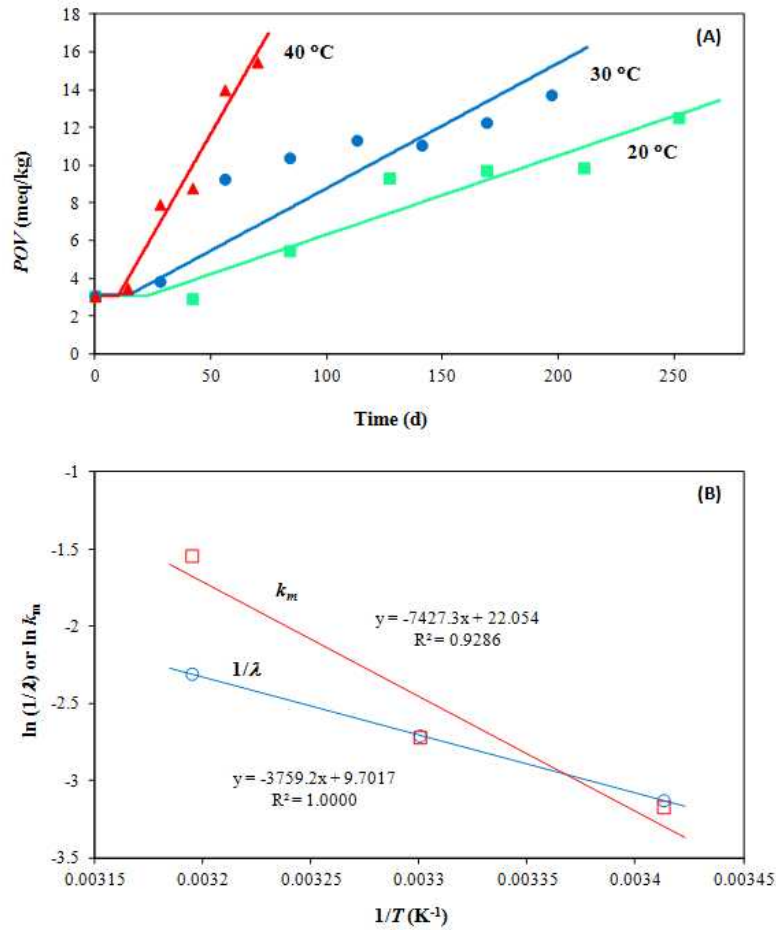


그림 208. 온도에 따른 POV 증가 및 Arrhenius 방정식의 온도의존성

☑ POV 증가의 산소 농도 의존성은 그림 209로 나타났으며 이 증가 parameter는 식 (14-4)의 관계식으로 표현하였다(표 160).

$$v = \frac{C_1[O_2]}{C_2 + [O_2]} \tag{14-4}$$

여기서 v는 유도기의 역수(1/λ)나 최대산화속도상수(k_m), [O₂]는 산소농도(%), C₁과 C₂는 상수이다.

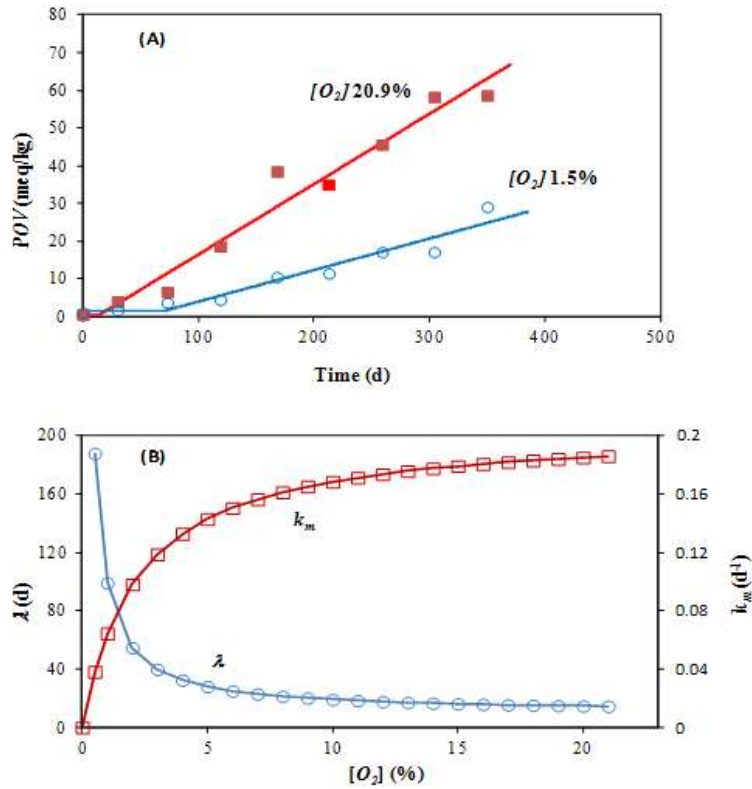


그림 209. 산소 농도에 따른 POV 증가 및 식 (14-4)에 따른 λ와 km의 표현

표 164. POV의 산소농도 의존성에 대한 식 (14-4)의 parameter

Parameters of Eq. (14-1)	Parameters of Eq. (14-3)	
	C ₁ (d ⁻¹ or meq kg ⁻¹ d ⁻¹)	C ₂ (%)
1/λ	0.097	8.599
k _m	0.205	2.186

☑ 얻어진 POV 증가의 산소 농도 및 온도에 대한 의존성으로부터 20~40°C의 온도 범위와 0.5~20%의 산소농도 범위에서 λ와 km을 얻고 이를 식 (14-5)에 대입하여 유통기한, ts(d)를 얻어서 함수적 관계를 분석한 결과 그림 210과 같았다.

$$t_s = \lambda + \frac{POV_c - POV_o}{k_m} \quad (14-5)$$

여기서 POV_o 와 POV_c 는 초기 및 한계품질의 과산화물가로서 각각 3 meq/kg 및 25 meq/kg으로 설정하였다.

- ☑ 그림 210의 결과를 구체적으로 확인하면, 2% 이하의 산소농도와 25°C이하의 저장온도의 조건에서 뚜렷한 유통기한의 연장이 기대될 수 있었다. 또, 충분한 기간으로서 550일 이상의 유통기한을 얻기 위해서는 1% 이하의 산소농도 포장으로서 23°C이하에서 유통되어야 하는 것으로 예측되었다.

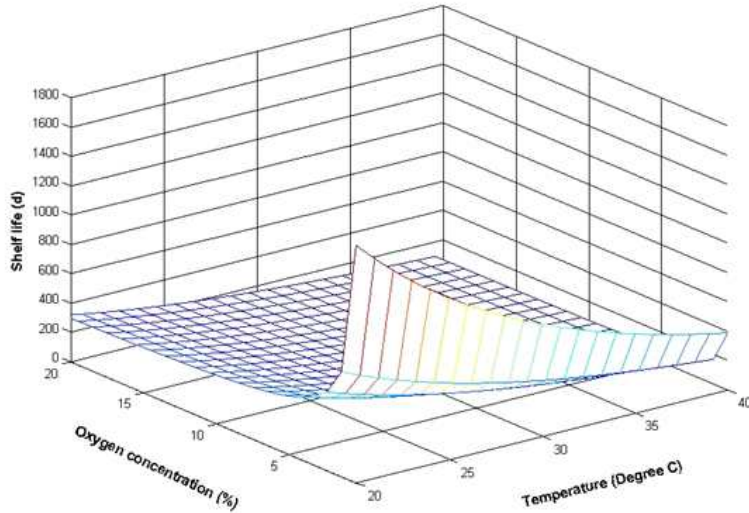


그림 210. 온도와 산소 농도의 함수로서 조제분유의 유통기한.

15.2.2. 변형기체포장에 따른 유통기한 연장효과

- 서로 다른 MA조건(100% N₂, 100% CO₂, 70% N₂/30% CO₂, 50% N₂/50% CO₂, 공기) 이 조제분유의 품질보존에 미치는 영향을 400 g 단위의 금속캔 포장으로 30°C에서 493일간의 저장실험을 통하여 살펴보았다. 저장 중 포장기체 조성, 용해도, pH, 적정산도, 표면색택, 과산화물가(POV), hydroxymethylfurfural(HMF) 함량, bifidobacteria 수를 측정하였다.
- ☑ CO₂를 함유한 변형기체포장은 저장 초기에 CO₂ 농도 혹은 분압에서의 감소를 보였으며, 이는 제품으로의 CO₂ 용해에 기인하는 것으로 추정되었다. 반면에 N₂ 치환 포장에서 전체 저장기간 동안 기체농도는 별 변화가 없었다. 공기 조성의 대조구 포장에서는 저장 350일 동안에 산소농도가 0.21 atm로부터 0.04 atm으로 급격히 감소하였고, 그 CO₂ 농도는 서서히 증가하여 전체 저장기간 후에 0.014 atm까지 약간 상승하였다(그림 211).

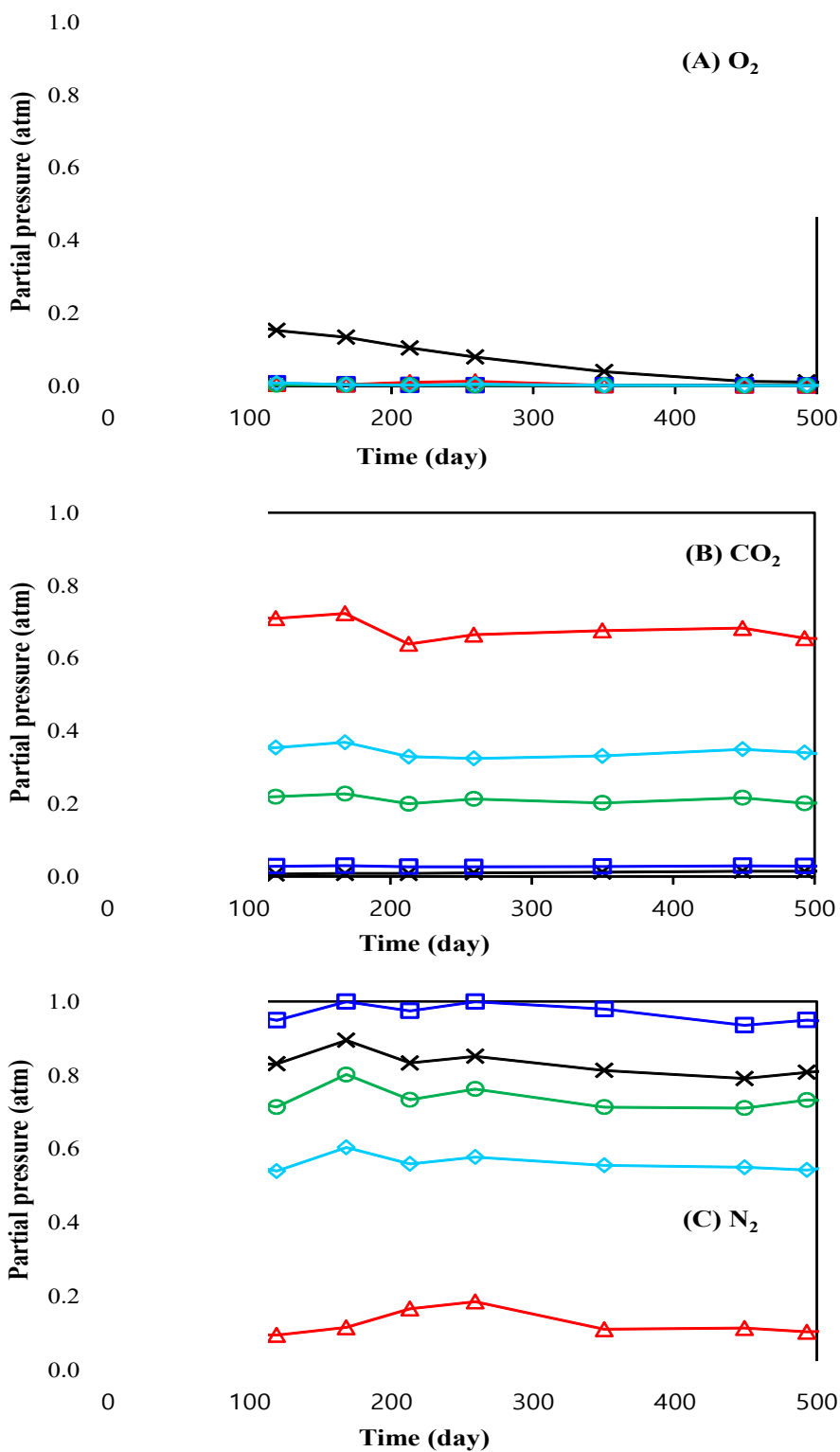


그림 211. 30°C에서 저장된 조제분유 MA 포장의 기체조성변화.
 ×: Air; □: 100% N₂; △: 100% CO₂; ○: 70% N₂/30% CO₂; ◇: 50% N₂/50% CO₂.

- ☑ 공기의 대조구 포장에서 산소농도의 감소에 따라 제품의 *POV*는 증가하여 저장 350 일에 58.7 meq/kg의 최대값에 도달한 반면, MA 포장 제품의 *POV* 증가는 현저히 낮고 같은 기간에서 최대값 28.5~29.3 meq/kg을 보였다(그림 212).

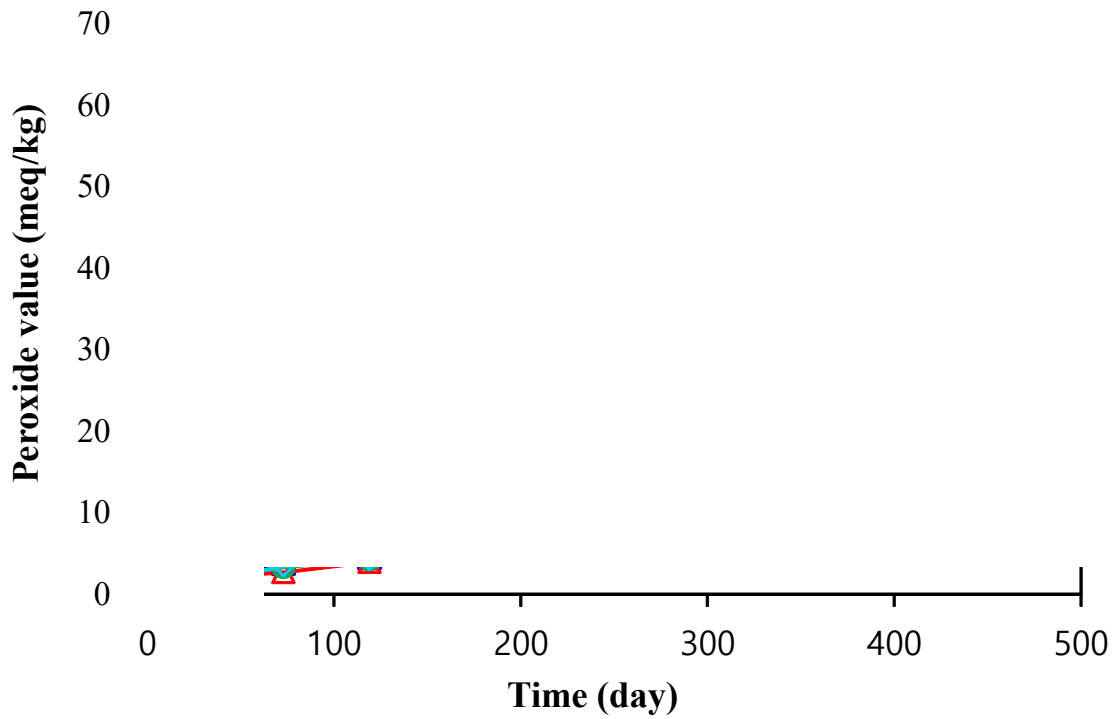


그림 212. 30°C에서 저장된 MA 포장 조제분유의 과산화물가(*POV*) 변화.

×: Air; □: 100% N₂; △: 100% CO₂; ○: 70% N₂/30% CO₂; ◇: 50% N₂/50% CO₂.

- ☑ 포장에서 CO₂ 농도가 높을수록 제품의 pH가 낮고, 산도는 높게 유지되었다(그림 213). 제품의 bifidobacteria수는 100% CO₂ 포장에서 다른 포장처리구에 비해서 상대적으로 높았다(그림 214).

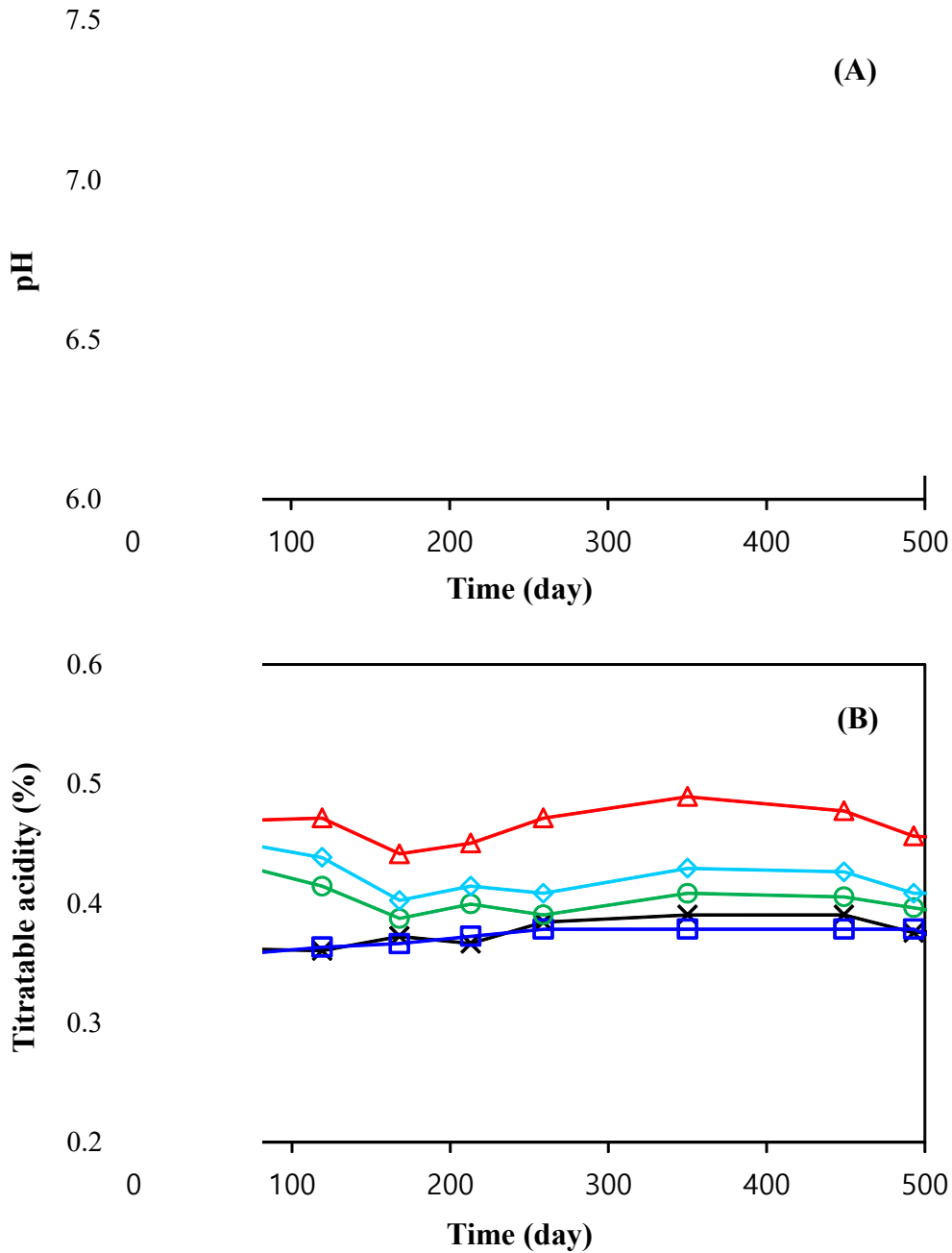


그림 213. 30°C에서 저장된 MA 포장 조제분유의 pH(A) 및 적정산도(B) 변화.
 ×: Air; □: 100% N₂; △: 100% CO₂; ○: 70% N₂/30% CO₂; ◇: 50% N₂/50% CO₂.

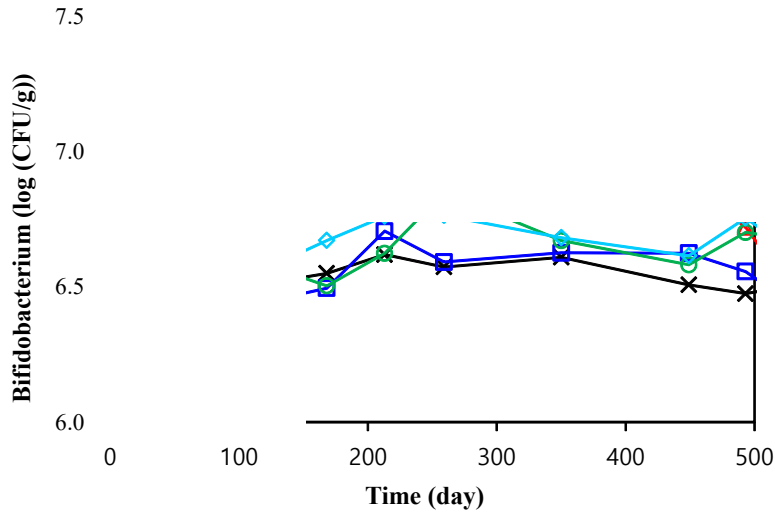


그림 214. 30°C에서 저장된 MA 포장 조제분유의 bifidobacteria 수 변화.

×: Air; □: 100% N₂; △: 100% CO₂; ○: 70% N₂/30% CO₂; ◇: 50% N₂/50% CO₂.

- ☑ 잠재적 갈변진행도의 지표로서 HMF 함량은 저장 초기에 약간 감소한 후에 약간 증가하는 경향을 보였으나 처리구간에 차이는 없었으며, 저장 중 용해도와 표면색도에서는 유의한 차이가 없었다(구체적 데이터 생략).
- ☑ CO₂ 기체로 구성된 변형기체가 bifidobacteria 생존과 산화적 품질변패 억제에 긍정적인 영향을 가지면서 다른 부정적 효과가 없는 점에서 조제분유 포장에 사용할 수 있는 긍정적 대안으로서 추천될 수 있다.

15.2.3. 기능성(항산화성) 포장에 따른 유통기한 연장효과

- 항산화성을 갖는 포장재로서 항산화제인 ascorbic acid나 tocopherol을 폴리에틸렌 내면층에 함입시킨 알루미늄 적층 필름을 제조하고, 그 기체차단특성을 평가하고 30°C에서 200 g 단위의 조제분유 pouch 포장에 사용하였다. 포장기체조성은 N₂ 혹은 CO₂ 기체를 사용하였다.
- ☑ 필름에 ascorbic acid나 tocopherol을 함유시키면 이들의 O₂ 흡수제거 능력에 기인하여 밀봉 파우치에서의 겉보기 O₂ 투과속도를 낮추어주었으나, 이들 필름들의 파우치에서 수증기 투과속도는 상대적으로 증가하였다(표 161). 항산화제 함입은 필름의 열접착부위의 기밀성을 약화시킬 수 있는 것으로 판단된다.
- ☑ 실제 분유를 담은 포장에서 tocopherol 함입 필름의 포장은 가장 높은 O₂ 유입을 일으켜 높은 POV 상승을 보이고, 관능적 풍미도 나빠졌다(그림 215, 216, 217). 이는 특히 CO₂-치환 포장조건에서 심하였으며, 장기 저장시 열접착 밀봉부위의 기밀성 약화에 기인하는 것으로 추정되었다.

표 165. 항산화성 필름으로 제조된 15 x 16 cm 크기 포장의 30°C에서의 결보기 O₂ 및 수증기 투과도

Film	O ₂ transmission rate (mol d ⁻¹ atm ⁻¹)	Water vapor transmission rate* (g d ⁻¹) at 90% RH
Control	4.32 x 10 ⁻⁵	2.42 x 10 ⁻⁴
Ascorbic acid-incorporated	3.68 x 10 ⁻⁵	3.89 x 10 ⁻⁴
Tocopherol-incorporated	2.49 x 10 ⁻⁵	5.32 x 10 ⁻⁴

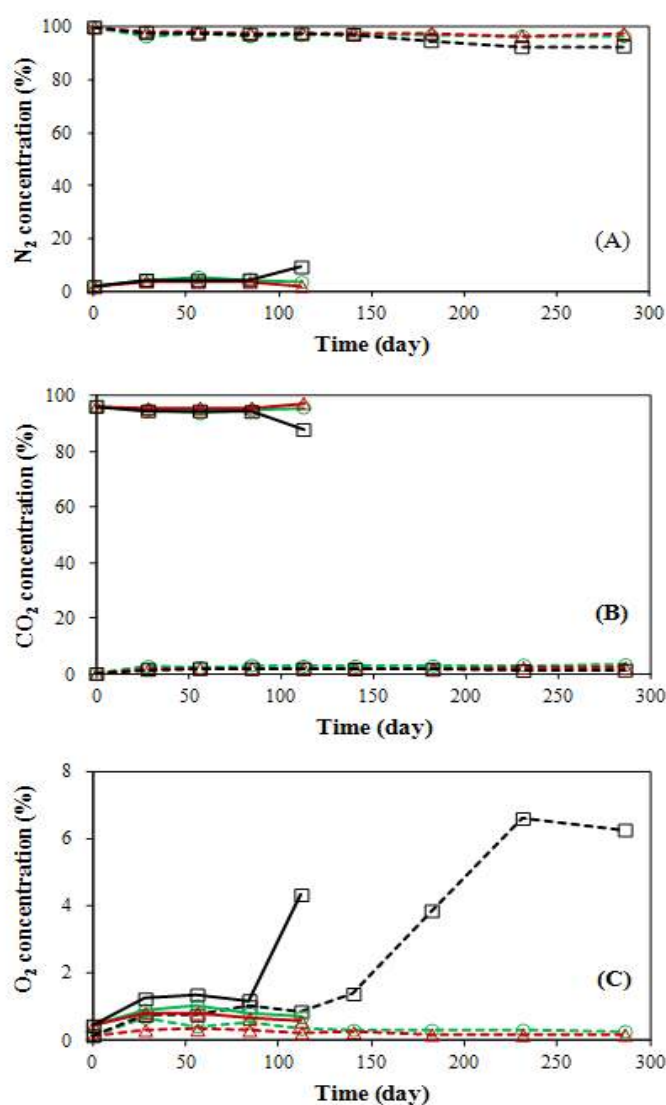


그림 215. 30°C에서 여러 조제분유 포장에서의 기체조성.

실선은 CO₂ 치환, 점선은 N₂ 치환.

CO₂ 치환포장은 저장 140일 이후에 과도한 수축으로 기체농도 측정하지 않음.

○: 대조구 △: ascorbic acid 함유 필름; □: tocopherol 함유 필름.

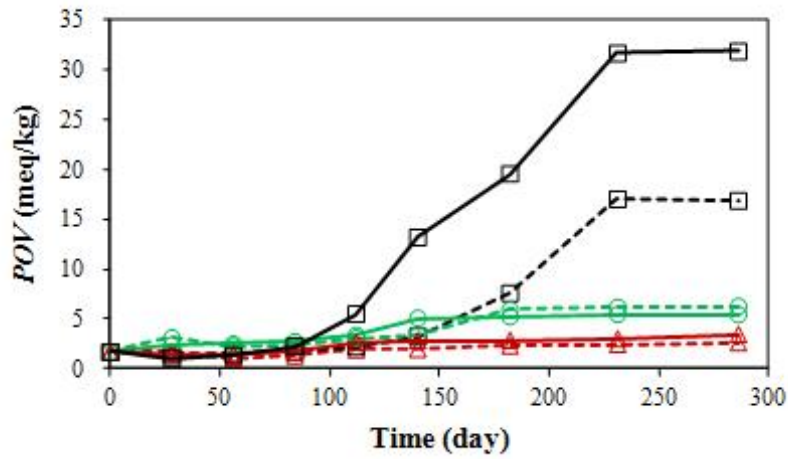


그림 216. 30°C에서 저장된 포장 조제분유의 POV 증가. 실선은 CO₂ 치환, 점선은 N₂ 치환. ○: 대조구 △: ascorbic acid 함유 필름; □: tocopherol함유 필름.

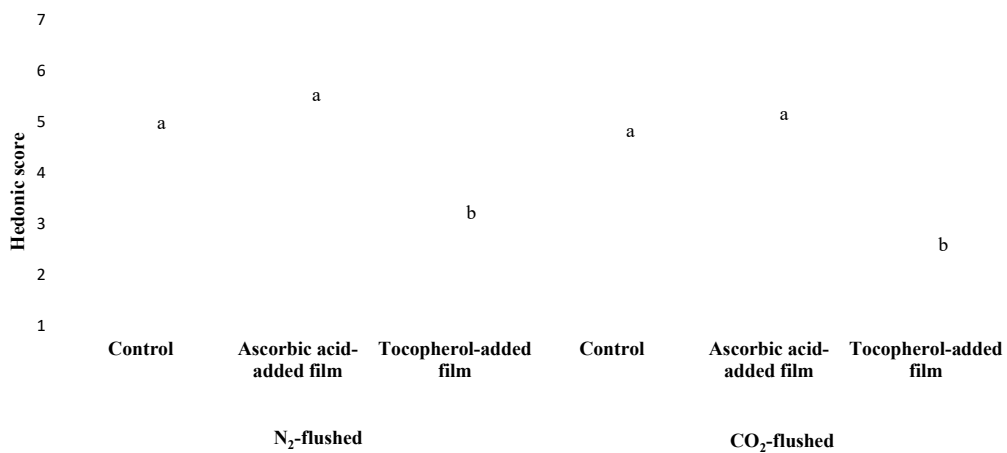


그림 217. 30°C에서 286일 저장된 포장 조제분유의 관능적 풍미 (1=아주 나쁨; 7=아주 좋음, n=6).

막대 위의 다른 알파벳은 유의수준 5%에서 유의함을 나타냄.

- ☑ 조제분유를 ascorbic acid 첨가 필름으로 CO₂ 치환 하에 포장하면, 장기저장 시에 지방산화의 억제와 함께 높은 bifidobacteria 수를 얻을 수 있는 이점을 가질 수 있었다 (그림 218). 이는 제품에서 산도 증가와 pH 감소와 동반되어 나타났다.

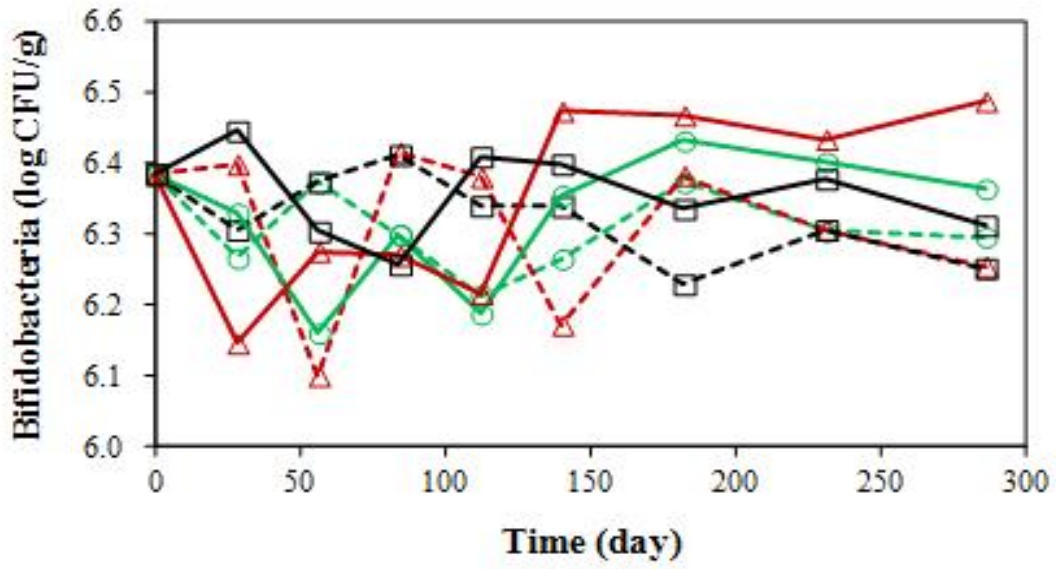


그림 218. 30°C에서 저장된 포장 조제분유의 bifidobacteria 수.
 실선은 CO₂ 치환, 점선은 N₂ 치환.
 ○: 대조구 △: ascorbic acid 함유 필름; □: tocopherol 함유 필름.

15.3. 포장단위별 구성과 사용 방법의 최적화 및 소비자 기호도 조사

15.3.1. 포장단위별 구성과 사용 방법의 최적화

- 포장 조제분유 포장으로의 산소유입 혹은 투과를 차단할 목적으로 포장 단위별 구성을 검토하였다. 포장 조건의 구성에 따른 산소투과 및 제품산화를 평가하였다.
- ☑ 먼저 3.5 x 17.5 cm 크기의 알루미늄 적층 스틱포장은 20°C, 30°C, 40°C에서 각각 0.72×10^{-7} , 1.04×10^{-7} , 1.34×10^{-7} mol atm⁻¹ d⁻¹ 의 겉보기투과도(O_{TR})를 나타내었다(그림 219). 이의 온도의존성은 Arrhenius방정식의 관계에서 활성화 에너지는 36.1 kJ mol⁻¹로서 일반 플라스틱 필름소재의 것과 비슷하게 나타나서(그림 220), 열 접촉층을 통하여 투과가 이루어지고 있음을 보였다.

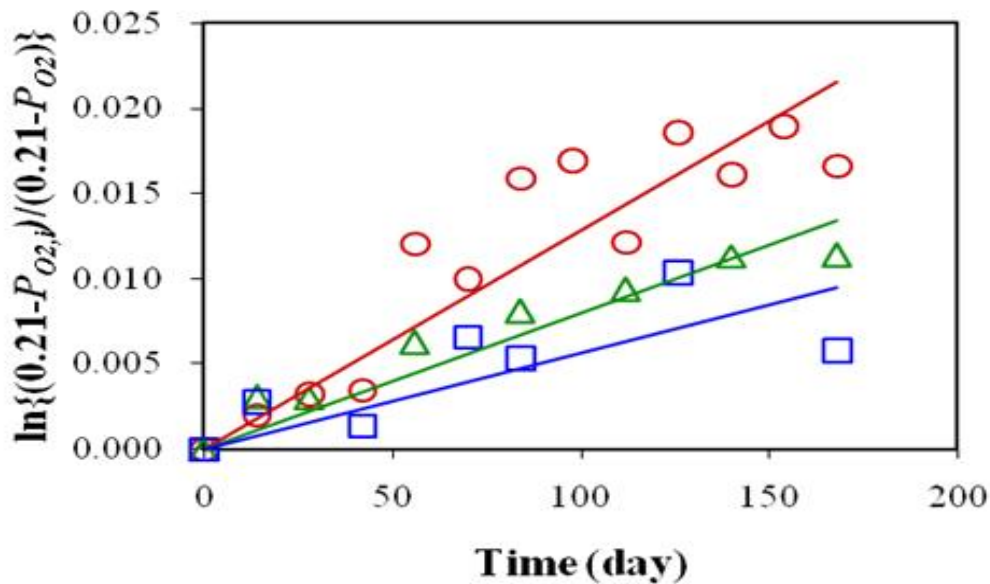


그림 219. N₂-치환 스틱 포장(3.5 x 17.5 cm 크기)의 O₂ 농도 변화.

○: 40°C; △: 30°C; □: 20°C.

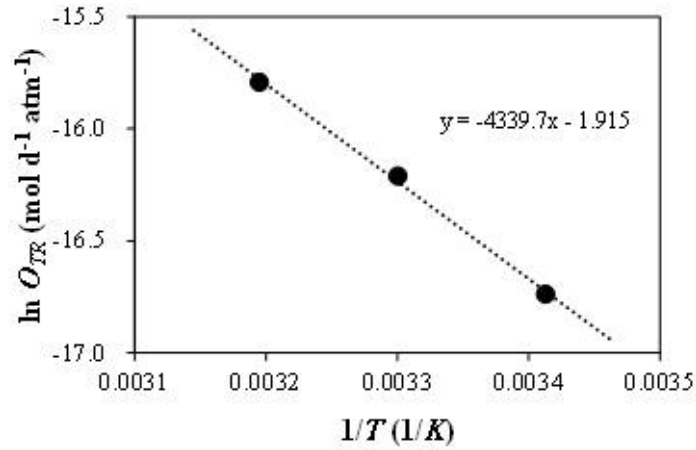


그림 220. 결보기투과도(O_{TR})의 온도(T) 의존성.

☑ PET/PE/Al/PE 필름의 스틱포장에서 얻어진 산소투과도를 포장면적 기준으로 변환하면 20°C에서 $5.9 \times 10^{-6} \text{ mol m}^{-2} \text{ atm}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 값으로 얻어지며, 이는 앞의 산화적 품질유지를 위한 기체 차단성 분석에 의한 예측에 의하면 1.1 년의 저장수명이 얻어졌다. 추가적인 산화억제를 위하여 20개 소포장단위를 담은 2차 포장과 산소흡수제의 사용을 적용한 결과, 지속적인 산소차단의 목적을 달성하는 데에는 한계가 있었다(그림 221).

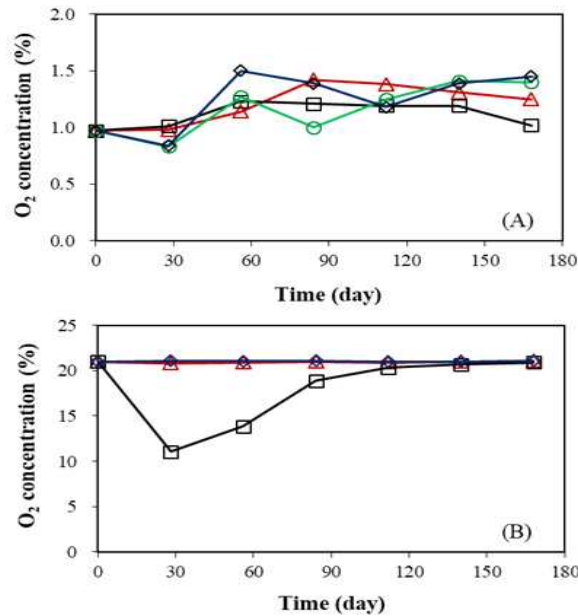


그림 221. 2차포장된 N₂-치환 스틱 포장(3.5 x 17.5 cm 크기)의 O₂ 농도 변화 ((A): 1차 포장 내, (B): 2차포장 내).

○: 대조구(1차포장만); □: nylon/PE+O₂ 흡수제; △: nylon/PE; ◇: OPP/PPP+O₂ 흡수제.

☑ 제품을 담은 질소치환 스틱포장의 2차포장에 대한 결과도 앞의 결과와 비교적 동일하여, nylon/PE의 2차포장과 O₂ 흡수제 병용 포장에서 산소농도는 다른 포장에 비하여 약간 낮고, 과산화물가(POV)로 나타난 제품의 산화에도 약간의 긍정적 영향을 주었다(그림 222).

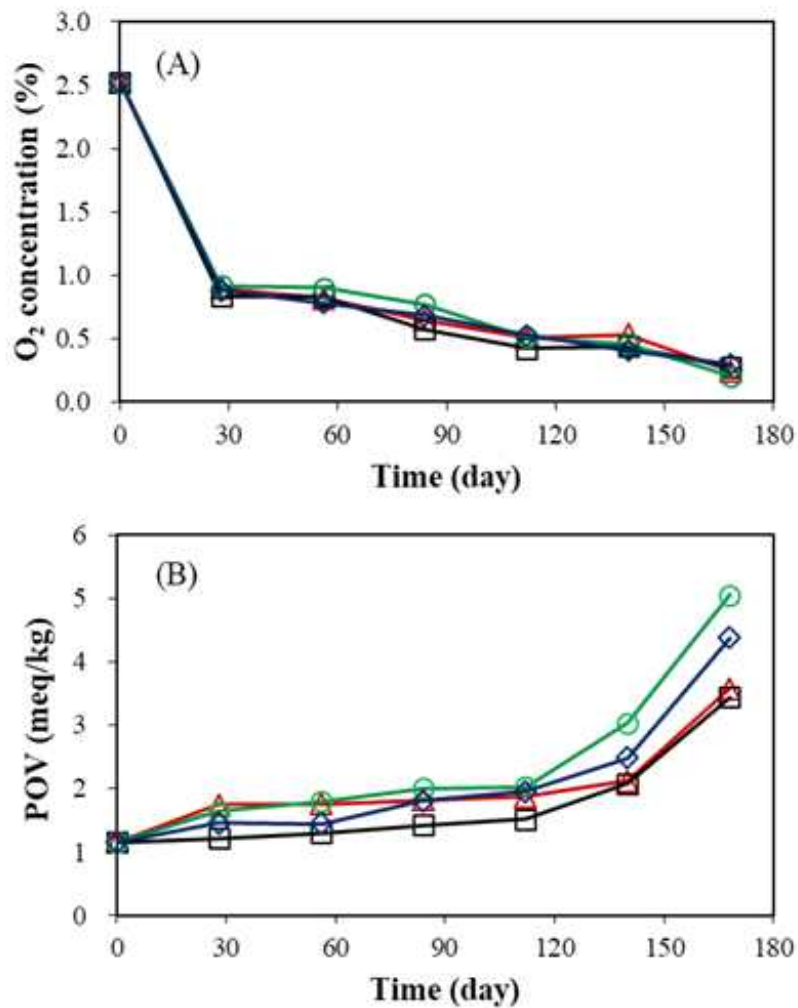


그림 222. 2차포장된 N₂-치환 스틱 포장에서의 O₂ 농도(A) 및 제품 POV 변화(B).
○: 대조구(1차포장만); □: nylon/PE+O₂ 흡수제; △: nylon/PE; ◇: OPP/OPP+O₂ 흡수제.

15.3.2. 품질보호 포장에 대한 소비자 기호도 평가

○ 품질보호 효과를 갖는 것으로 확인된 100% CO₂ 농도 포장을 수출시장인 태국과 중국에서 유통 저장하여 영유아를 키우는 소비자를 대상으로 포장의 외관, 분말 냄새, 분말 색깔, 용해성, 용해 후 풍미에서의 기호도를 평가하였을 때, 0% CO₂/70% N₂의 기존 포장에 비해 열등하지 않았으며, 용해 후 풍미에서 유의하지는 않지만 부분적으로 긍정적 효과를 보였다(그림 223, 224). 동일 기간 실험실에서 저장된 100% CO₂ 농도 포장의 제품에서 bifidobacteria 생존에서 약간의 높은 값을 보여서 현장 적용에서의 긍정적 요소로 판단된다.

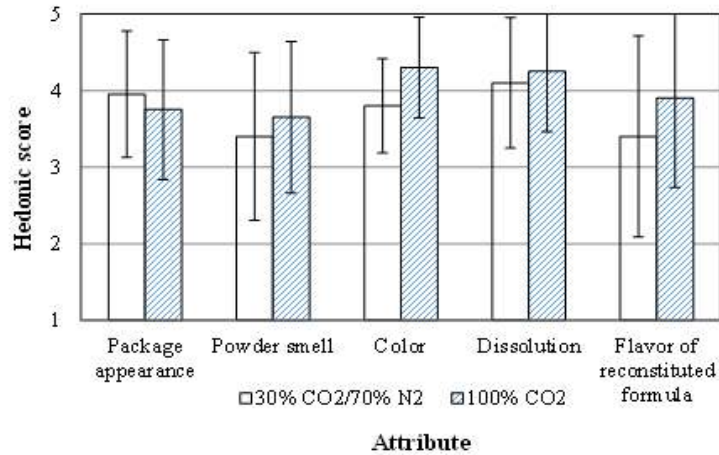


그림 223. 태국(방콕 지역)의 유통조건에서 2개월 저장된 2가지 조제분유 MA 포장에 대한 기호도 비교(1=매우 나쁨; 5=매우 좋음, n=20).

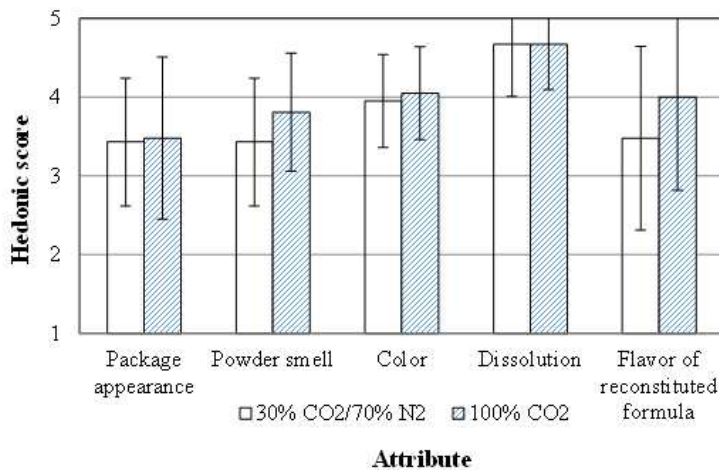


그림 224. 중국(흑룡강 지역)의 유통조건에서 3개월 저장된 2가지 조제분유 MA 포장에 대한 기호도 비교(1=매우 나쁨; 5=매우 좋음, n=21).

16. 수출국 소비자 안심 포장 연구

16.1. 수출국 유통포장에서의 안전성 위험요소 파악 및 관련 규제 조사

16.1.1. 유통과 소비자 사용에서의 안전성 위험성 요소 파악

- 중국 시장에서 유통되는 조제분유 포장에 대한 포장의 기능성에 대한 분석의 결과에 따라 포장공학적 측면에서 파악된 안전성 위해 요소는 포장의 변조, 포장의 개봉과 사용에 따른 물리적 위해, 포장재로부터 화학첨가제의 이행, 개봉된 포장에서의 조제분유의 사용에 있어서 위생적 위해 등으로 파악되었다(표 162).

표 166. 조제분유포장에 대한 주요 위해

Hazard category	Cases, causes or examples	Common control measures
Tampering of packages	Adulteration, sampling of the contents, deliberate removal of the product, malicious deliberate harm either by blackmail or injury or death to the purchaser	Temper-evident packaging devices
Physical stress and damage in transportation and distribution	Collapse and leakage due to handling and vibration stresses on the levels of primary and secondary packages	Proper control of humidity condition, stress-resistant package design system
Physical damages in opening the package	Improper design of opening part, too tight closing, improper sealing, unclear information of opening	Wise package design, clear instruction
Hygienic hazards coming from migration of chemical additives from package layer	Use of food contact layer contaminated with non-approved chemicals	Comply with food safety laws and regulations
Hygienic hazards (microbiological and insect contamination) associated with consumer use behavior after opening the package	Non-hygienic consumer behavior in repeated take-out of the product from the container (usage of unclean spoon), improper reseal mechanism (non-tight capping by consumer)	Use all the contents before suggested secondary shelf life after opening of the package, sanitary consumer behavior

16.1.2. 조제분유의 안전성 관련 규제 조사

- 조제분유 포장의 위해성을 방지하기 위한 중국에서의 여러 법규적 사항을 조사하였다. 포장의 위생적 안전성과 소비자 사용 안전성에 관한 규제를 파악하고자 하였다. Web-site와 대학 전문가를 통한 조사를 병행하여 필요한 법규사항과 규정을 조사하였다. 영문으로 발표된 자료와 중국어로 된 자료를 필요에 따라 취합하여 정리하였다.
- ☑ 포장의 위해로부터 안전성을 확보하기 위한 중국에서의 포장 규제는 첨가물 오염을 방지하기 위한 식품위생적 규제와 제조물 책임법 관련 규제로 조사되었다.
- ☑ 위생성을 확보하여야 하는 식품접촉재료와 제품으로서는, 식품을 포장하거나 담는 데 사용되는 종이, 대나무, 목재, 금속, 자기, 세라믹, 플라스틱, 고무, 천연섬유, 합성섬유, 유리 및 복합포장재료; 식품과 접촉하는 코팅류; 식품의 생산 및 판매 중에 식품과 접촉하는 장치, 파이프, 컨베이어 벨트, 도구 및 식기류를 포함하며, 이에는 단일물질, 복합재질과 제품, 결합재료와 제품이 모두 해당된다.
- ☑ 식품접촉재료와 제품에 대한 일반원칙으로서 다음의 7가지 사항과 연결된 추가 생산 규정이 명시되고 있다; 1) 식품접촉재료로부터 식품으로의 이행량은 인간의 건강에 위협성을 갖지 않아야 한다; 2) 물질이 식품과 접촉할 때, 식품의 성분, 구조 및 풍미에 어떤 변화도 일으키지 않아야 한다; 3) 식품접촉 재료와 제품에 사용되는 첨가량은 충분히 예상되는 효과를 얻는 범위에서 최소한으로 감소되어야 한다; 4) 식품접촉 재료와 제품에 사용되는 물질은 상응하는 요구조건을 충족하는 것이라야 한다; 5) 제조자는 생산 중 의도되지 않은 첨가물질의 안전성을 평가하고 제어하여야 하고, 그 이행량은 이 기준에 규정된 요구조건을 만족하여야 한다; 6) Positive list에 포함되지 아니한, 간접적 식품접촉물질(식품과 사이에 효과적인 차단층을 갖는)에 대해서는 이행량이 0.01 mg/kg를 초과하지 않아야 한다. 그러나 발암성, 돌연변이유발효과와 nano 크기를 갖는 물질은 이 원칙의 적용을 받지 않으며, 다른 관련 법규에 따라야 한다; 7) 복합 및 결합 재질과 제품의 원료는 해당 안전성 규정을 따라야 한다. 만약 여러 다른 재료가 동일한 물질시험을 거치는 경우에는 최소이행한계가 전체 재료나 제품에 대해서 적용 사용되어야 한다; 8) 식품접촉 재료와 제품의 생산은 GB 31603-2015 규정을 따라야 한다.

- ☑ 포장의 위생적 요구조건을 만족시키기 위하여 총괄이행한계(overall migration limit, OML), 최대 사용량, 특정이행, 특정이행한계(specific migration limit, SML), 특정이행량의 총계(total specific migration), 특정이행량 총계의 한계(SML-T), 잔존량, 최대잔존량(maximum residual amount, QM), 비의도적 첨가물질(unintentional-added substances)에 대하여 기준을 가지고 관리하고 있다. 아울러 이행시험의 방법, 이력추적, 제품정보제공에 대한 사항을 규정하고 있다.
- ☑ 중국에서 분유에서의 melamine 오염에 관한 사고 이후에 판매 후 제품 품질 보증 및 제조물 책임에 대해 관심이 증가하고 법률도 정비되고 있다. 일반적으로 판매자, 제조자, 수입업자, 부품 생산업자는 결함 제품으로부터 오는 손실에 대해서 책임이 있을 수 있으며, 계약법(Contract Law), 불법행위법(Tort Law), 제품품질법(Product Quality Law)에 대한 위협에 기초할 수 있다. 결함에 의한 손실은 제품 자체에 한정될 수 있으며, 더욱 복잡한 시나리오에서는 그 사용에 야기된 손실로도 확장될 수 있다. 또한 결함부품이 완제품에 손상을 주는 경우에 최종 제품에 대해서도 부가적인 책임을 부가할 수 있다. 중국에서 포장을 포함한 제조물 책임의 범위는 표 163으로 정리될 수 있다. 포장식품의 제조 및 유통에서도 소비자에게 손상을 끼치지 않는 안전한 제품을 확립할 필요가 있다.

표 167. 중국에서 제조물 책임관련 주요 법규

Law	Major items
Contract Law	If the condition of a product upon sale does not meet the required quality standard, the Contract Law grants the buyer the right to claim for repair, replacement, re-manufacture, exchange or reduction of the sale price. Despite the chain of contracts, a consumer does not have a direct contractual claim against a parts producer.
Tort Law	A consumer could bring a tort claim against the manufacturer of a defective part or product. Tortious liability requires the defendant to be at fault or the defendant must, at the very least, have acted negligently. The claimant is obliged to supply sufficient evidence of such negligent (or intentional) behaviour.
Product Quality Law	A manufacturer or seller is liable if a product is placed on the market that exhibits a design or manufacturing defect that injures a person or damages property. A product is defective if it exhibits a manufacturing defect or a product design defect, or if the instructions on its safe use are inadequate. Product liability claims can only be made against those who make, sell or license defective end-products.

16.2. 편리하고 안전한 포장 디자인 개발

16.2.1. 편의성 및 안전성 포장에 대한 자료 조사

- 포장편의성과 안전성을 확보하는 포장디자인 방법으로서 universal design(UD) 원칙을 검토하였고, 이에 기반하여 조제분유 포장에 적용할 수 있는 포장설계의 원칙으로서 1)편리하고 직관적이며 단순한 사용, 2) 정보이용의 용이성, 3) 구조와 그래픽, 4) 개봉 용이성, 5) 공평한 사용으로 정리하고 구체적인 고려사항을 나열 제시하였다(표 164).

- 최근에 정보기술의 확장에 의하여 식품포장의 안전성 확보의 영역은 더욱 기술진보적이고 다양하게 진행되고 있으며, 현재의 기술수준에서 변조방지를 위하여 사용가능한 수단으로서, 기계적 도구, 인쇄 디자인, 바코드, RFID tag, 사물인터넷(IoT) 등이 파악되었다. 조제분유는 상당히 고가인 상품이고 안전성과 품질보증에 매우 중요한 위치를 차지하고 있기 때문에 실시간적 이력추적에 의하여 위변조를 방지하고 제품의 세부정보를 제공하는 것은 경제적, 현실적 타당성을 갖기에 충분한 것으로 판단된다. 다만, 어떠한 기술적 요소를 IoT 시스템으로 현실화시킬 것인가의 문제는 유통업계의 관행 변화 및 표준채택, 비용대비 이익, 소비자 수용성 등에 따라 결정될 수 있다.

표 168. 조제분유포장을 고려한 UD 원리

Principle	Major considerations
1. Convenient, intuitive and simple use	<ol style="list-style-type: none"> 1. Easy-to-recognize mark or instruction forcing to pay much attention during taking or pouring product out 2. Easiness to use dominant hand to pour product out conveniently 3. Easiness to take product out from package without obstruction 4. Protection against from spilling during pouring or taking product out from the package 5. Easiness to reclose/reopen the package 6. Symbol notifying the type of packaging material, for ease of separation 7. Safeness of the product after reclosing/reopening 8. Alerting function after reclose/reopen package in the right way 9. Easy-to-understand symbol and picture in the meaning 10. Variety in handling the package effectively 11. Information about how to store after first opening
2. Perceptible information	<ol style="list-style-type: none"> 1. Information according to law such as allergic ingredients 2. Instruction on optimum storage condition and method 3. Information on expiry date 4. Nutrition facts and ingredients 5. Traceability information 6. Easy-to-understand explanation on the usage
3. Structure and graphic design	<ol style="list-style-type: none"> 1. Clear graphic 2. Easy-to-see font type and size 3. Ability to discriminate quantity with different size 4. Suitable weight for handling 5. Ability to discriminate products with different colors 6. Suitable size and shape for handling 7. Electronic bar code for further information. 8. Secureness in handling without slippery or breakage 9. Strong enough for handling and transportation and resistance against inappropriate stacking 10. Appealing and inviting feeling from the package in cognition
4. Easy opening	<ol style="list-style-type: none"> 1. Touch mark or tactile cue located in proper position 2. A proper area for pinching with fingers and hands 3. Easy-to-identify touch mark or tactile cue in size 4. A clear dashed line or contrasting color at the tearing position to identify the tearing position 5. Low physical effort for tearing/opening. 6. Protection from spilling during opening the closure or tearing of the package 7. The contents not spilling out from the package even when the package is dropped to the ground.
5. Equitable use	<ol style="list-style-type: none"> 1. Easiness of opening (tear, peel, compress, rotate) the package with assistive device (such as artificial arm) or by foot (in case of both hand and arm disability) 2. Suitable braille size for the product information and expiration (for vision disability) 3. Openability with one hand 4. Contrasted colors of text for people with limitation in vision

16.2.2. 편의성 안전 포장 디자인의 개발

○ 조제분유를 우수한 품질로 보존하면서 편리하게 수유할 수 있는 포장을 디자인하였다. 대용량 포장에서는 개봉 후 사용에서 공기 중에 장기간 노출됨에 의하여 산화적 품질 변화가 발생하는 문제가 있으므로 소용량 포장에 의하여 산화적 품질변화를 억제하면서 사용에서의 편리성을 추구하는 디자인을 개발하였다.

☑ 그림 225에서 보인 바와 같이 개발 포장디자인에서 개별 단위는 세공성 봉지로 포장되며, 10~60 g의 분유를 담게 된다. 이러한 구조는 분말상태인 조제분유가 유출되지 않으며, 온수가 자유롭게 입출이 가능하여 담겨 있는 조제분유를 쉽게 용해시킬 수 있다. 이 조제분유 포장단위는 산소흡수제 봉지와 미세한 끈으로 연결되어서 차단성 포장에 같이 포함되는 구조를 갖는다. 기체차단성 포장은 개봉이 용이한 소형파우치로 구성하고 그 안에 위치하는 산소흡수제 봉지는 내부의 산소를 흡수함으로써 조제분유의 산화를 억제하게 된다.

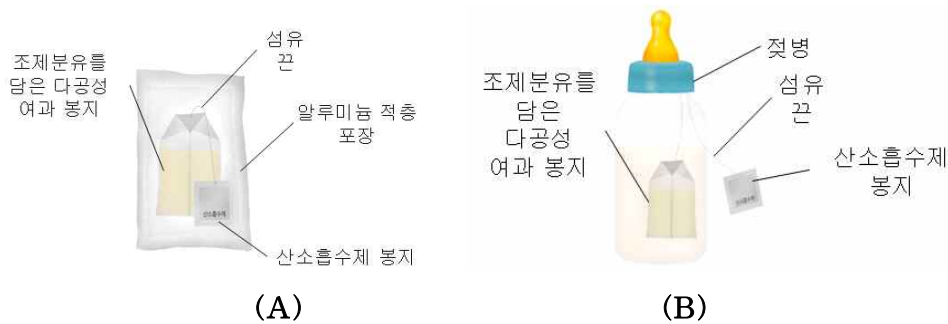


그림 225. 수유를 편하게 하면서 보호성을 제공하는 조제분유포장.

(A) O₂-제거 기체차단 포장에 위치시킬 개별단위,

(B) 수유병에 온수와 혼합된 조제분유의 개별포장 단위.

16.2.3. 개발 포장 디자인의 품질보호 평가

○ 디자인한 포장을 실험적으로 제작하여 30°C에서 저장하면서 저장기간에 따라 포장 기체조성과 제품품질을 평가하였다. 실험실적 포장제작에서 5 x 7 cm의 폴리에틸렌/필프 다층 세공성 여과 봉지(9018H-130, Ohki Co., 오사카, 일본)에 13 g의 조제분유를 담고 열접착 밀봉하였고, 산소흡수제로서 철계 흡수제(1.8 g, 산소 흡수량 300 cc, SR-Type, (주) TPG, 경기, 한국)를 사용하였다. 조제분유를 담은 다층 세공성 여과 봉지와 산소흡수제는 8 x 9 cm의 알루미늄 적층 필름 포장(PET/PE/Al/PE/LDPE)에 넣고, 100% 질소기체로 치환하면서 열접착 밀봉하였다. 대조구로서 조제 분유 13 g을 8 x 9 cm의 알루미늄 적층 필름 파우치에 100% 질소기체로 치환하여 처리구와 동일한 조건에서 저장하였다.

☑ 30°C에 저장된 개발디자인 포장에서 산소흡수제로 인하여 잔류 산소가 전부 흡수되어 저장 28일 이후에 0% 수준을 유지하고 이산화탄소 농도도 0%를 유지하였다(그림 226). 반면에 대조구에서는 일정 수준의(0.3~0.4%) 산소가 잔존하고, 저장 56일 이후부터 이산화탄소 농도가 지속적으로 증가함을 보여, 산화로 인한 산소의 소비에 따라 이산화탄소가 생성된 것으로 생각되었다.

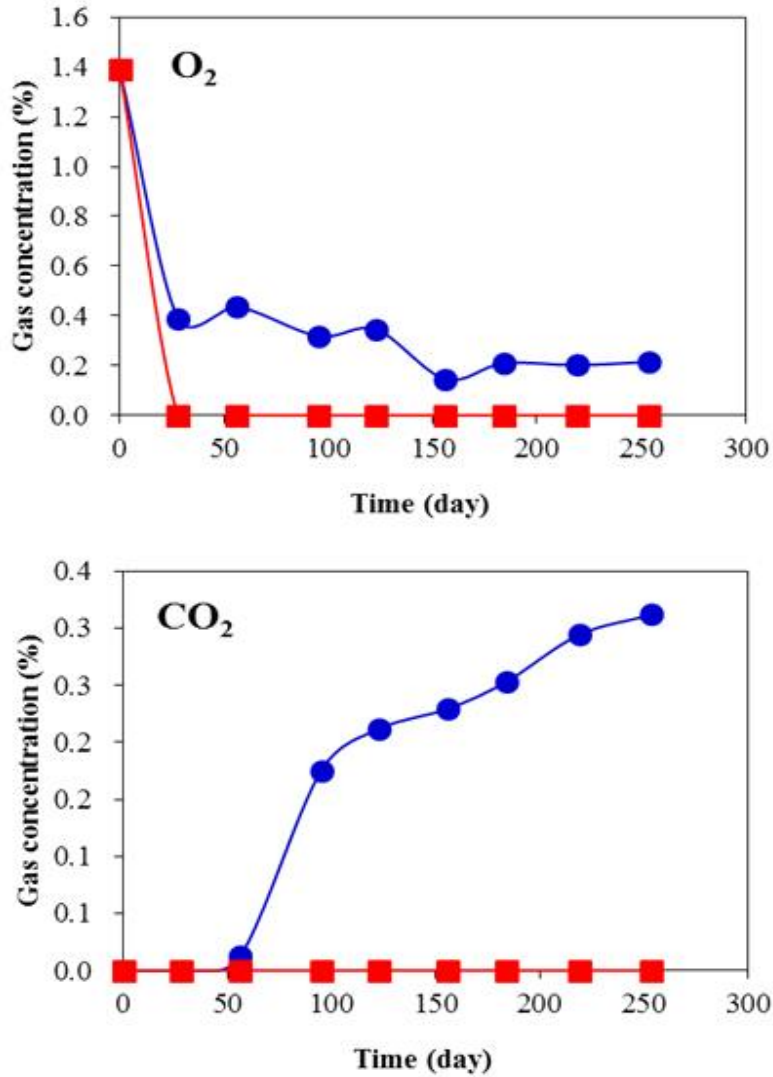


그림 226. 30°C에 저장된 개발디자인 포장의 기체조성 변화.

●: 대조구; ■: 그림 15-1의 포장디자인.

- ☑ 산소흡수제 함입의 개발 디자인 포장 내부에서 잔류 산소가 제거됨에 따라(그림 227), 대조구와 비교하여 초기 지질 산화의 지표인 과산화물가(POV) 증가를 억제하는 품질 보존성을 보였다(그림 227). 개발 디자인에 따른 일회용 조제분유 포장은 초기에 존재하는 산소를 효과적으로 제거하고 조제분유의 산화를 억제할 수 있어 유통 및 저장기간 동안 조제분유의 품질을 유지할 수 있는 것으로 판단된다. 아울러 이동이나 여러 활동 시에 분유를 녹여서 영아에게 수유시키는 편의성을 가지는 장점을 가진다.

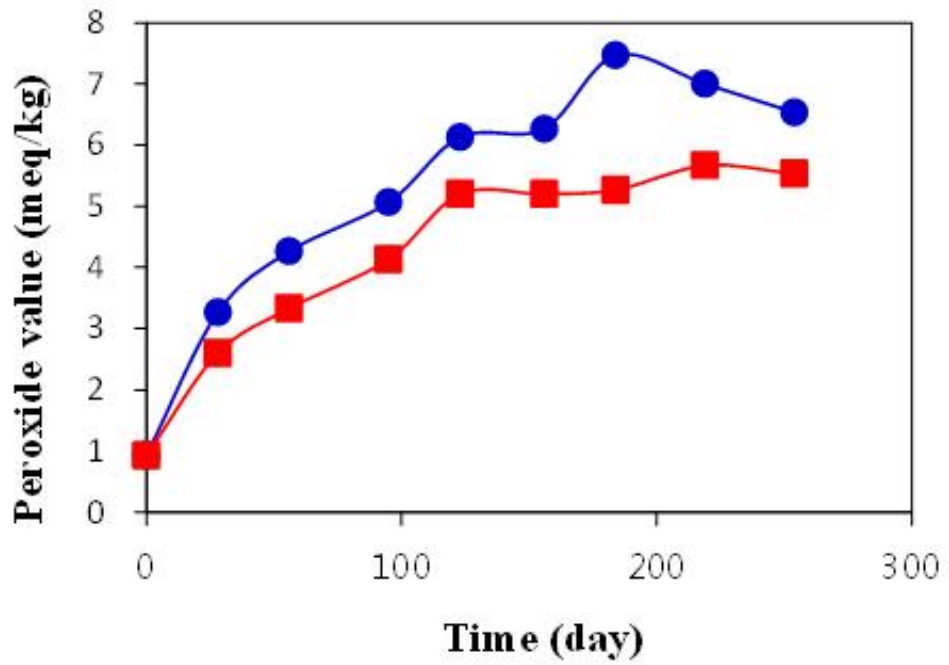


그림 227. 30°C에 저장된 개발디자인 포장에서의 제품의 과산화물가.
 ●: 대조구; ■: 그림 15-1의 포장디자인.

PART VIII ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산유통단계 품질안전관리 시스템 구축

[제 5협동: (주)인터페이스]

17. 맞춤형 조제분유 생산을 위한 배합 표준프로그램 개발

17.1. 조제분유 배합 관련 정보 분석 및 시스템 표준화

- 현재 조제분유 생산에 적용되고 있는 제품별 배합 정보에 대한 정보를 분석하여 데이터베이스 구축을 위한 기본 정보를 수집하였다.
- ☑ 조제분유 배합 관련 기본 정보: 투입 재료의 종류 및 각각의 이화학적 특징, 투입 재료 간의 비율, 투입 비율 변화에 따른 제품의 품질 변화, 재료 투입 가능 범위 등의 정보
- ☑ 제품 품질 향상 및 안전성 확보를 위한 배합 정보 관련 변경 이력 정보 분석

- 기존에 이용되고 있었던 조제분유 배합 관리용 업무 규칙 및 배합 정보 관리 양식을 분석하여 개선점을 도출하였다.
- ☑ 조제분유 배합 관리 규정 및 관리 방식을 기반으로 한 전반적인 관리 시스템 분석
- ☑ 현행 업무 분석을 통한 알고리즘 도출
- ☑ 조제분유 배합 정보 관리용 프로세스 상의 문제점 분석 및 개선
 - 배합 정보 이력 관리 기능 추가
 - 국가별 성분 기준 관리 추가
- ☑ 현행 관리 방식 예(그림 229)

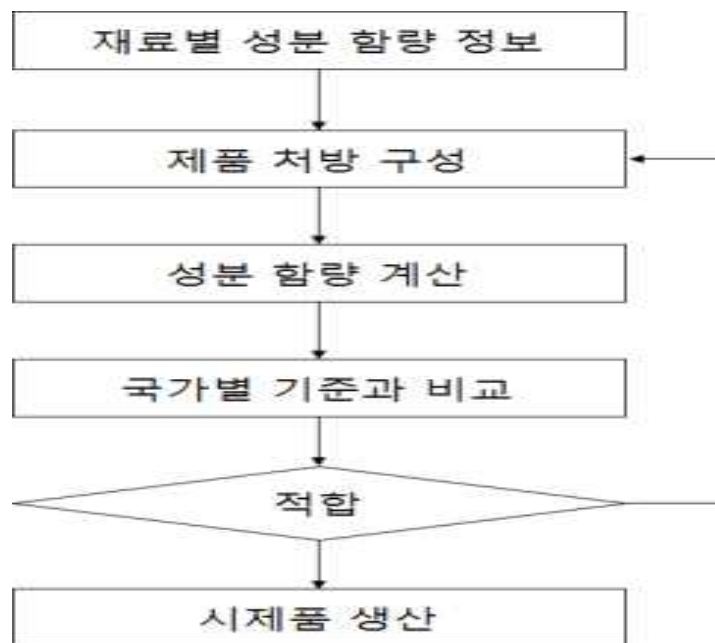


그림 229. 현행조제분유 배합관리 프로세스.

- 조제분유 배합과 관련하여 자재에 대한 구분을 2단계로 구분하고 각각의 자재에 함유되어 있는 성분들에 대한 Kg당 함량을 기입하여 전체적인 성분들에 대한 함유량을 관리하는 정보이다.
- 데이터베이스 설계를 위하여 현재 매일유업에서 사용 중인 배합정보를 분석하여 다음 표 165와 같은 데이터에 대한 내용을 구분하였다.

표 169. 배합프로그램 항목정보

자재관리구분관리	
자재구분코드	
자재구분명	원료식품/분유류/베타등
자재관리	
자재구분코드	
자재코드	
자재명	
BOM정보	
공급사(협력사)	
함량	
단위	
단가(원/Kg)	
성분구분관리	
성분구분코드	
성분구분명	단백질/지방/유청/탄수화물/기타
성분관리	
성분구분코드	
성분세부명코드	카제인/유청/유지방/식물성/알파/베타/회분...
성분세부명	
성분세부단위	mg/%
함량	
성분출력순서	

표 165. 배합프로그램 항목정보(계속)

투입성분관리

투입성분코드	
합량	
투입합량	투입량 * 합량/100
단위	

배합비구성

반제품코드	
BOM코드	
자재코드	
합량	
반제품	
Mixing	
투입량	
내용물가	단가 * 투입량 * 0.001
영양성분분류코드	
영양성분분류명	

영양성분계산

영양성분분류코드	
영양성분	
Nutrition	
Nutrition 한글명	
단위	
100g	
100ml	100g * 100ml = ?/100
100KJ	
허용치	

17.2. 웹 기반의 조제분유 배합 정보 관리 시스템 개발 및 최적화

- 본 연구에 사용한 웹기반 플랫폼은 현재 정부에서 관리하고 있는 전자정부 표준프레임워크를 사용하여 대한민국 표준을 준수하였다.
- 전자정부 프레임워크는 IE/Chrome/Safari/Opera 등 다양한 웹브라우저에서도 동일하게 작동한다.
- ☑ Common Component(공통컴포넌트)(그림 230)와 Common Framework(표준프레임워크)(그림 231)



그림 230. Common Component.



그림 231. Common Framework.

○ 배합정보에 대한 데이터베이스 구조는 다음 그림 232, 233과 같다.

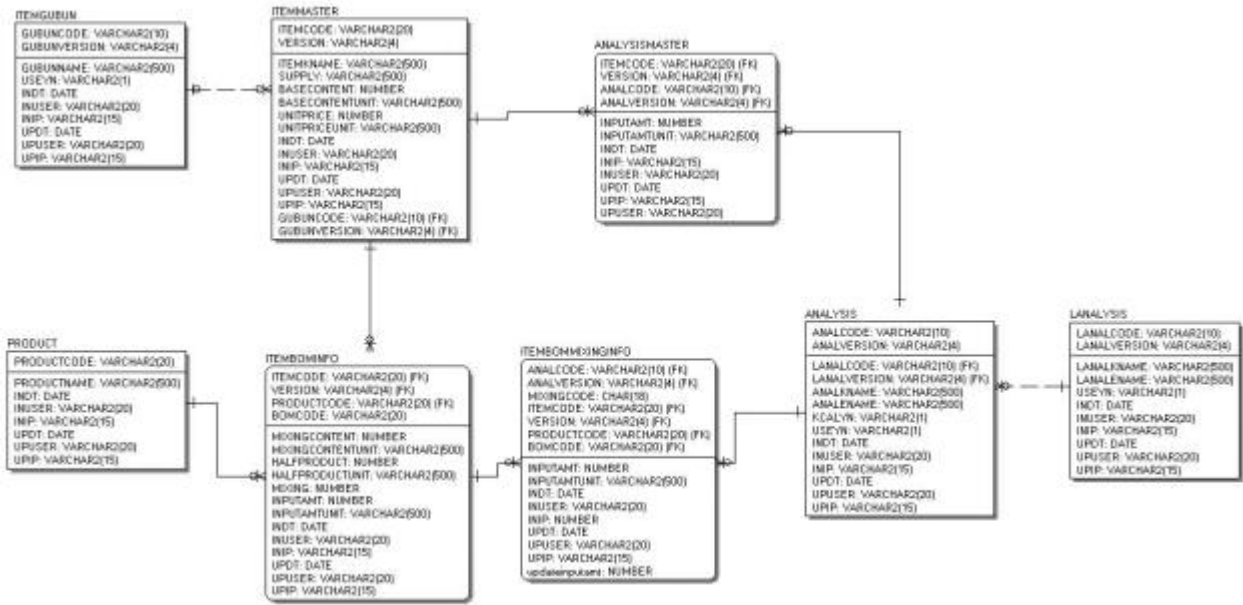


그림 232. ER Diagram.

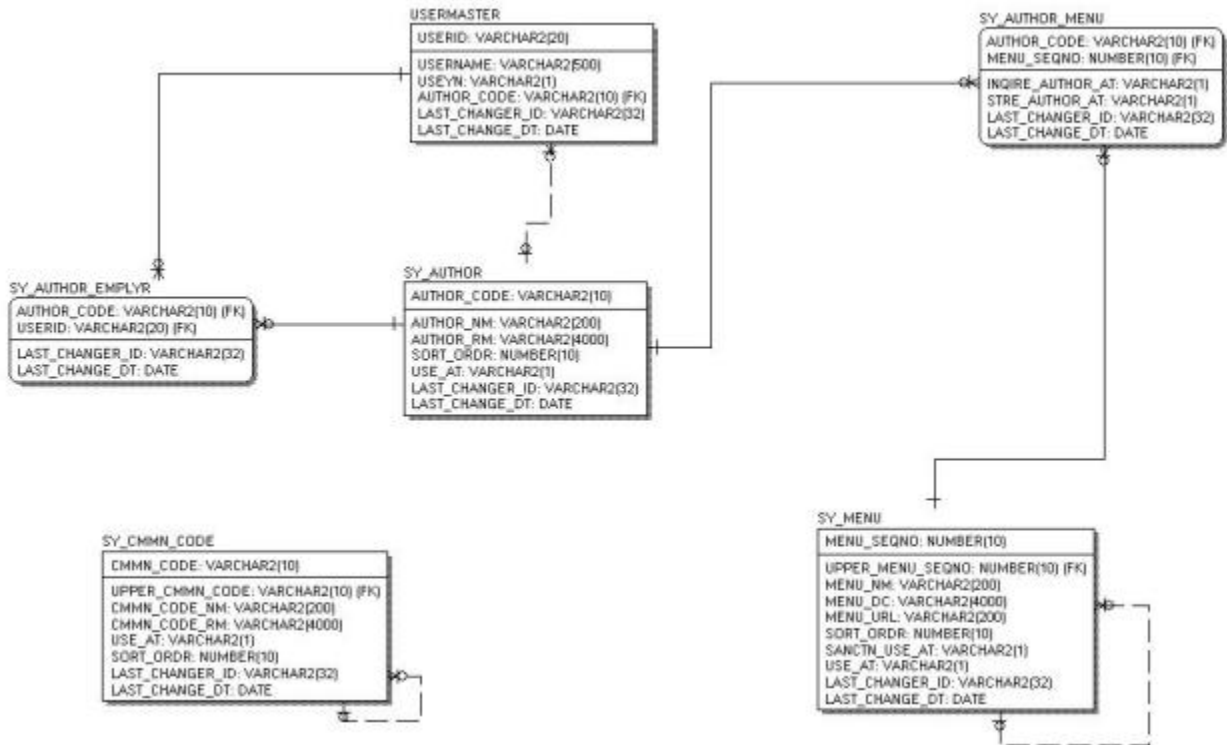


그림 233. ER Diagram.

○ 배합 정보에 대한 테이블명세서는 다음 표 166과 같다.

표 170. 테이블 명세

ITEMGUBUN					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
GUBUNCODE	자재구분코드	VARCHAR2(10)	Yes	No	NOT NULL
GUBUNVERSION	자재구분버전	VARCHAR2(4)	Yes	No	NOT NULL
GUBUNNAME	자재구분명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
USEYN	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL

ITEMMASTER					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
ITEMCODE	자재코드	VARCHAR2(20)	Yes	No	NOT NULL
VERSION	자재버전	VARCHAR2(4)	Yes	No	NOT NULL
ITEMKNAME	자재명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
SUPPLY	공급사	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
BASECONTENT	기본합량	NUMBER	No	No	NULL
BASECONTENTUNIT	기본합량단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
UNITPRICE	단가	NUMBER	No	No	NULL
UNITPRICEUNIT	단가단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
GUBUNCODE	자재구분코드	VARCHAR2(10)	No	Yes	NULL
GUBUNVERSION	자재구분버전	VARCHAR2(4)	No	Yes	NULL

ANALYSISMASTER					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
ITEMCODE	자재코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
VERSION	자재버전	VARCHAR2(4)	Yes	Yes	NOT NULL
ANALCODE	중분류항목코드	VARCHAR2(10)	Yes	Yes	NOT NULL
ANALVERSION	중분류항목버전	VARCHAR2(4)	Yes	Yes	NOT NULL
INPUTAMT	투입량	NUMBER	No	No	NULL
INPUTAMTUNIT	투입량단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INIP	등록자	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
INUSER	등록IP	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPIP	수정자	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPUSER	수정IP	VARCHAR2(20)	No	No	NULL

PRODUCT					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
PRODUCTCODE	제품코드	VARCHAR2(20)	Yes	No	NOT NULL
PRODUCTNAME	제품명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL

ITEMBOMINFO					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
ITEMCODE	자재코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
VERSION	자재버전	VARCHAR2(4)	Yes	Yes	NOT NULL
PRODUCTCODE	제품코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
BOMCODE	투입코드	VARCHAR2(20)	Yes	No	NOT NULL
MIXINGCONTENT	배합함량	NUMBER	No	No	NULL
MIXINGCONTENTUNIT	배합함량단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
HALFPRODUCT	반제품	NUMBER	No	No	NULL
HALFPRODUCTUNIT	반제품단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
MIXING	MIXING	NUMBER	No	No	NULL
INPUTAMT	투입량	NUMBER	No	No	NULL
INPUTAMTUNIT	투입량단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL

ITEMBOMMIXINGINFO					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
ANALCODE	중분류항목코드	VARCHAR2(10)	Yes	Yes	NOT NULL
ANALVERSION	중분류항목버전	VARCHAR2(4)	Yes	Yes	NOT NULL
MIXINGCODE	배합코드	CHAR(18)	Yes	No	NOT NULL
ITEMCODE	자재코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
VERSION	자재버전	VARCHAR2(4)	Yes	Yes	NOT NULL
PRODUCTCODE	제품코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
BOMCODE	투입코드	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
INPUTAMT	투입량	NUMBER	No	No	NULL
INPUTAMTUNIT	투입량단위	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	NUMBER	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPINPUTAMT	수정투입량	NUMBER	No	No	NULL

ANALYSIS					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
ANALCODE	중분류항목코드	VARCHAR2(10)	Yes	No	NOT NULL
ANALVERSION	중분류항목버전	VARCHAR2(4)	Yes	No	NOT NULL
LANALCODE	대분류항목코드	VARCHAR2(10)	No	Yes	NOT NULL
LANALVERSION	대분류항목버전	VARCHAR2(4)	No	Yes	NOT NULL
ANALKNAME	중분류항목명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
ANALENAME	중분류항목영문명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
KCALYN	열량체크여부	VARCHAR2(1)	No	No	NULL
USEYN	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL

LANALYSIS					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
LANALCODE	대분류항목코드	VARCHAR2(10)	Yes	No	NOT NULL
LANALVERSION	대분류항목버전	VARCHAR2(4)	Yes	No	NOT NULL
LANALKNAME	대분류항목명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
LANALENAME	대분류항목영문명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
USEYN	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NULL
INDT	등록일자	DATE	No	No	NULL
INUSER	등록자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
INIP	등록IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL
UPDT	수정일자	DATE	No	No	NULL
UPUSER	수정자	VARCHAR2(20)	No	No	NULL
UPIP	수정IP	VARCHAR2(15)	No	No	NULL

SY_AUTHOR					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
AUTHOR_CODE	권한코드	VARCHAR2(10)	Yes	No	NOT NULL
AUTHOR_NM	권한명	VARCHAR2(200)	No	No	NOT NULL
AUTHOR_RM	권한비고	VARCHAR2(4000)	No	No	NULL
SORT_ORDR	정렬순서	NUMBER(10)	No	No	NOT NULL
USE_AT	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

SY_AUTHOR_EMLYR					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
AUTHOR_CODE	권한코드	VARCHAR2(10)	Yes	Yes	NOT NULL
USERID	사용자아이디	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	NOT NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

SY_AUTHOR_MENU					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
AUTHOR_CODE	권한코드	VARCHAR2(10)	Yes	Yes	NOT NULL
MENU_SEQNO	메뉴 일련번호	NUMBER(10)	Yes	Yes	NOT NULL
INQUIRE_AUTHOR_AT	조회 권한여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
STRE_AUTHOR_AT	저장 권한여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

SY_CMMN_CODE					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
CMMN_CODE	공통코드	VARCHAR2(10)	Yes	No	NOT NULL
UPPER_CMMN_CODE	상위 공통코드	VARCHAR2(10)	No	Yes	NULL
CMMN_CODE_NM	공통코드명	VARCHAR2(200)	No	No	NOT NULL
CMMN_CODE_RM	공통코드비고	VARCHAR2(4000)	No	No	NULL
USE_AT	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
SORT_ORDR	정렬순서	NUMBER(10)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

SY_MENU					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
MENU_SEQNO	메뉴 일련번호	NUMBER(10)	Yes	No	NOT NULL
UPPER_MENU_SEQNO	상위메뉴 일련번호	NUMBER(10)	No	Yes	NULL
MENU_NM	메뉴명	VARCHAR2(200)	No	No	NOT NULL
MENU_DC	메뉴설명	VARCHAR2(4000)	No	No	NULL
MENU_URL	메뉴URL	VARCHAR2(200)	No	No	NULL
SORT_ORDR	정렬순서	NUMBER(10)	No	No	NOT NULL
SANCTN_USE_AT	결재 사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
USE_AT	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

USERMASTER					
Name	Column Name	Datatype	Is PK	Is FK	Null Option
USERID	사용자아이디	VARCHAR2(20)	Yes	No	NOT NULL
USERNAME	사용자명	VARCHAR2(500)	No	No	NULL
USEYN	사용여부	VARCHAR2(1)	No	No	NULL
AUTHOR_CODE	권한코드	VARCHAR2(10)	No	Yes	NULL
LAST_CHANGER_ID	최종변경자ID	VARCHAR2(32)	No	No	NOT NULL
LAST_CHANGE_DT	최종변경일시	DATE	No	No	NOT NULL

○ 배합프로그램의 주요화면은 아래와 같다.

☑ 대분류 항목관리(그림 234)

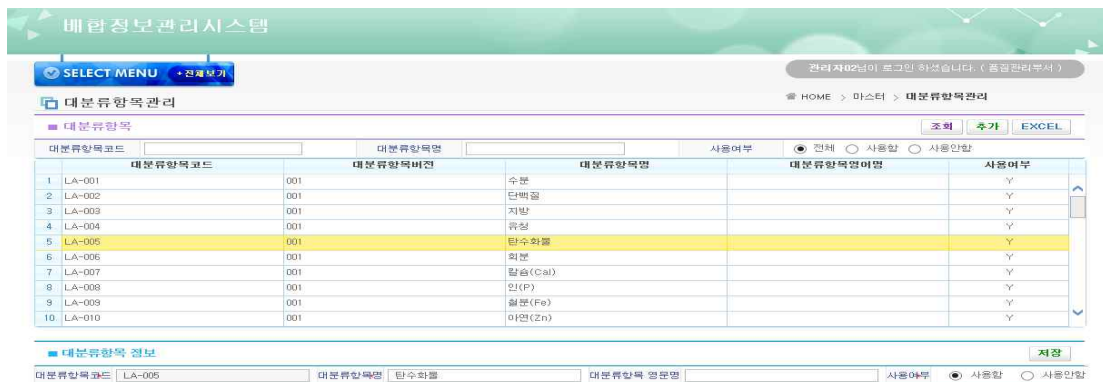


그림 234. 대분류 항목관리.

☑ 중분류 항목관리(그림 235)

대분류항목코드	대분류항목명	항목명	항목코드	항목비율	항목명	항목비율	항목명	항목비율	항목명	항목비율	항목명	항목비율
1 LA-001	001	우분	LA-001-001	001	우분				사용할	사용할		
2 LA-002	001	단백질	LA-002-001	002	카페인				사용할	사용할		
3 LA-002	001	단백질	LA-002-002	003	유지방				사용할	사용할		
4 LA-002	001	단백질	LA-002-003	004	기타				사용할	사용할		
5 LA-003	001	지방	LA-003-001	005	유지방				사용할	사용할		
6 LA-003	001	지방	LA-003-002	006	식물성				사용할	사용할		
7 LA-003	001	지방	LA-003-003	007	기타				사용할	사용할		
8 LA-004	001	우분	LA-004-001	008	칼슘				사용할	사용할		
9 LA-004	001	우분	LA-004-002	009	비타민				사용할	사용할		
10 LA-005	001	탄수화물	LA-005-001	010	유지방				사용할	사용할		

그림 235. 중분류 항목관리.

☑ 자재관리(그림 236)

자재구분	자재구분명	자재코드	자재비율	자재비율	자재명	자재단위	공급사	자재비율	단위	사용여부
1 000001	001	원료자재	000001	001	참깨(73~81%)	백립참깨	000g	500g	kg	사용할
2 000002	001	원료자재	000002	002	포집사육기(4~6%)	물기	000g	500g	kg	사용할
3 000003	001	원료자재	000003	003	참깨(73~81%)	백립참깨	000g	500g	kg	사용할
4 000004	001	원료자재	000004	004	구입한자분분(우분분)	hardboard(목) system(목)	000g	200g	kg	사용할
5 000005	001	원료자재	000005	005	구입한자분분(우분분)	hardboard(목) system(목)	000g	200g	kg	사용할
6 000006	001	원료자재	000006	006	종합정제분(55%)	Softmax industry(호남)	000g	500g	kg	사용할
7 000007	001	원료자재	000007	007	비타민(Comprehensive Vit)	Comstar (미국)	000g	1000g	kg	사용할
8 000008	001	원료자재	000008	008	칼슘(40%)	백립참깨	000g	500g	kg	사용할
9 000009	001	원료자재	000009	009	비타민(종합정제)	Comstar(미국)	000g	1000g	kg	사용할
10 000010	001	원료자재	000010	010	초지방분(50~55%)	제일제당	000g	500g	kg	사용할

그림 236. 자재관리.

☑ 배합관리(그림 238)



그림 238. 배합관리.

18. 출고 인증시스템 표준화 작업 및 관련 프로세스 구축

18.1. 기존 출고 인증 표준 시스템 분석 및 새로운 프로세스 설계

- 생산/품질관리 관련 국제 및 중국 관리 기준을 분석하여 출고 인증시스템 표준화를 위한 고려사항을 선정함.
- ☑ GMP 생산/품질관리 시스템 구축을 위한 관련 정보 수집 및 분석

- 기존 출고 인증 관련 업무 관리 시스템 및 구성 프로세스 관련 정보를 수집하여 시스템 개선을 위한 기초 자료를 마련함.
- ☑ 조제분유 출고 인증 관련 정보(생산 과정, 품질 검사 결과 등) 수집
- ☑ 기존 출고 인증 관련 업무 시스템 및 관련 프로세스를 기준으로 개선 시스템 초안 설계
- ☑ 현재 주요 생산 프로세스(그림 240)

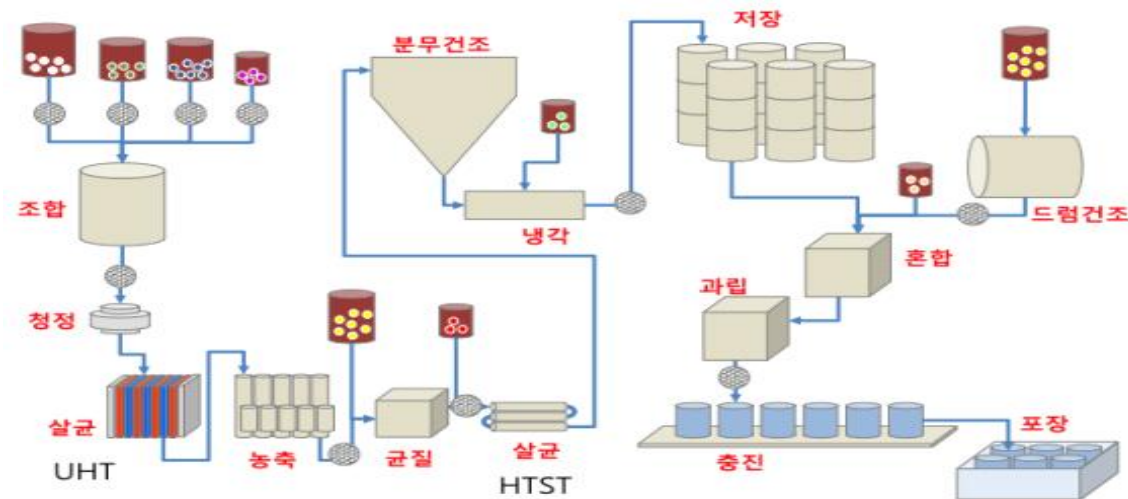


그림 240. 현재 생산 프로세스.

- 출고인증을 위하여 다양한 정보가 축적이 되고 이를 통하여 품질에 대한 확인이 이루어지며 최종적인 출고를 진행한다. 현재 대부분이 시스템으로 운영 중이지만 시스템간의 연계 없이 문서의 유통과 확인으로 출고인증이 이루어진다.
- 출고인증 시스템에 대하여 표준적으로 사용하고 있는 시스템을 기반으로 현재의 프로세스를 분석하여 다음과 같은 새로운 프로세스를 설계하였다.

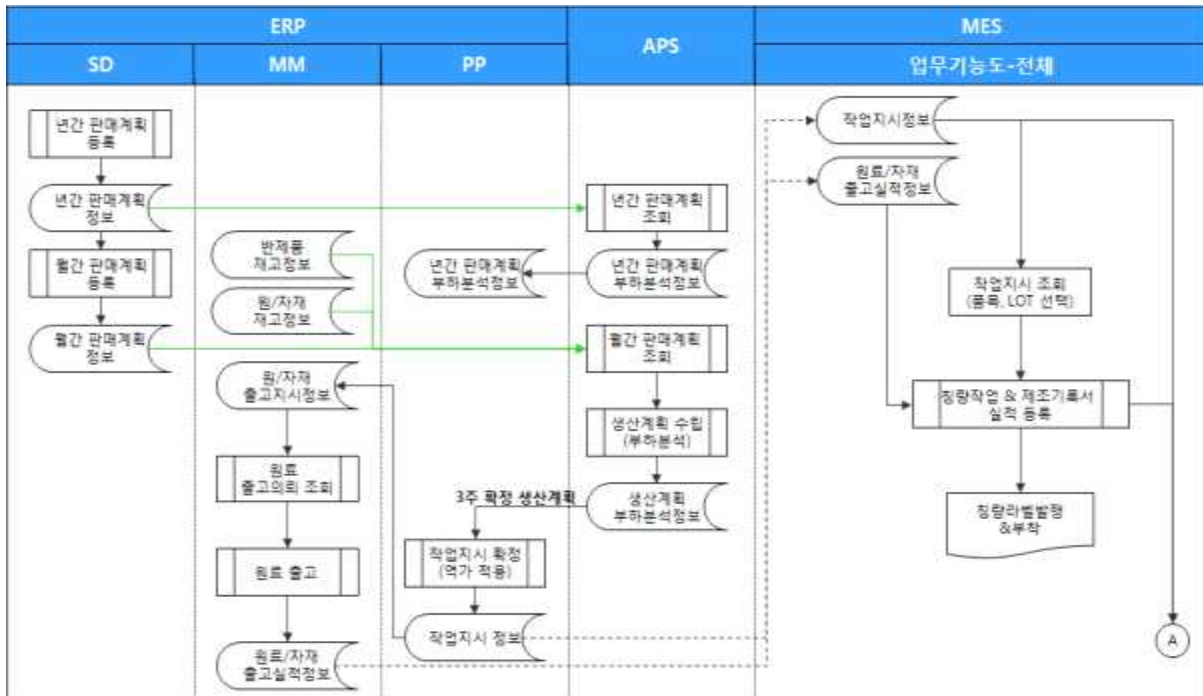


그림 241. 표준 생산 프로세스.

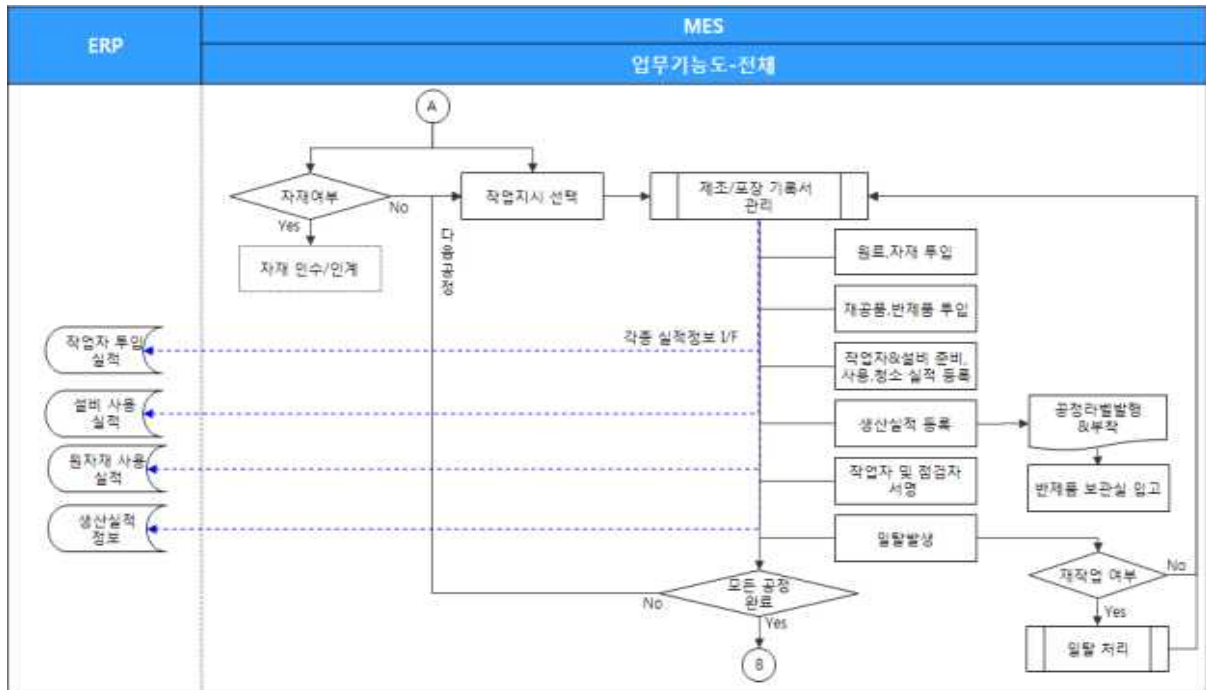


그림 242. 표준 제조 프로세스

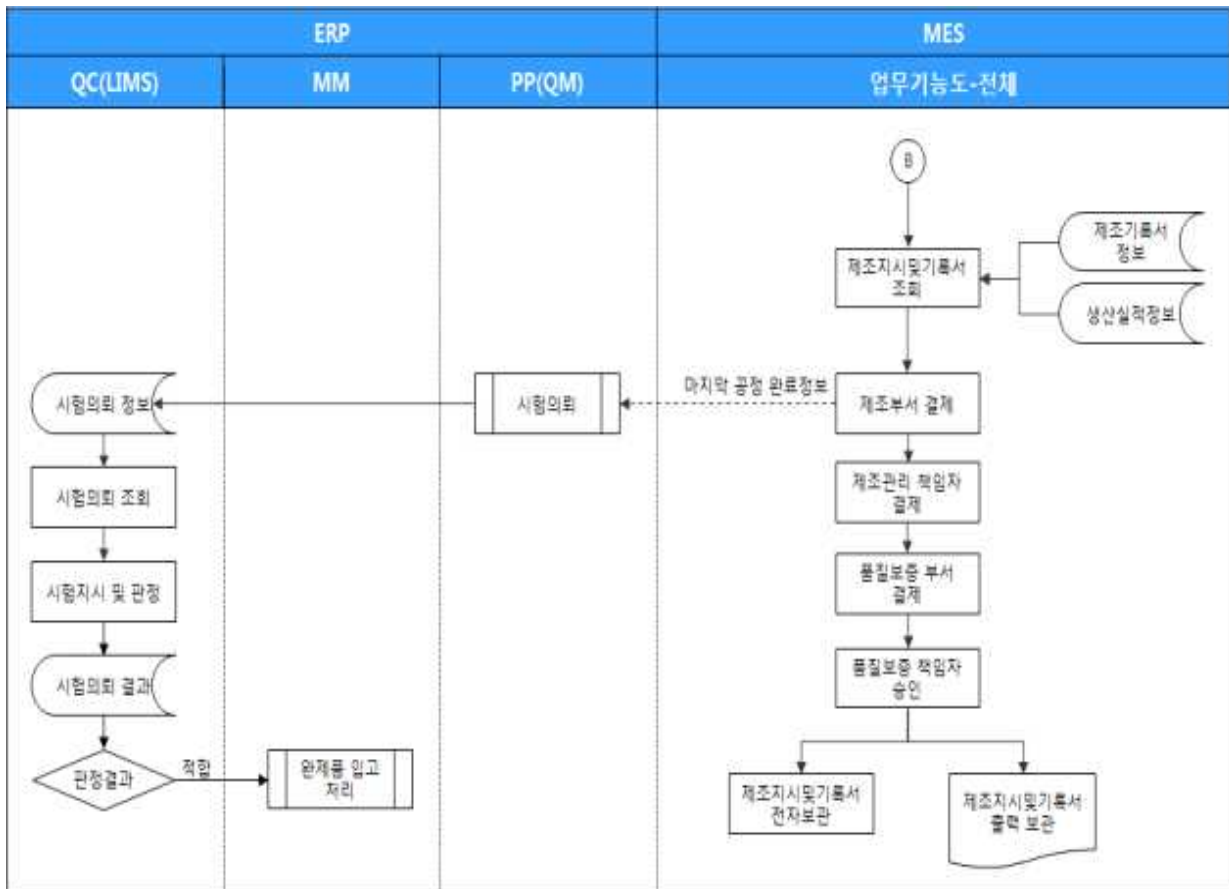


그림 243. 표준 품질 프로세스.

18.2. 출고 인증 표준화 프로세스를 기반으로 한 관리 시스템 구축

○ 출고인증을 위하여 반드시 필요한 정보는 다음과 같다.

- 생산정보(원료성적/제조 지시및 기록서/칭량정보)
- HACCP정보(생산작업장 관리정보/모니터링정보)
- 품질정보(원료/자재/제품 품질성적서)

○ 출고인증에 대한 정보를 현 단계에서 데이터로 수집하기에는 사용 중인 ERP/MES/칭량 시스템 등이 필요한 정보를 주고받기에는 무리가 있다. 따라서 현재 유통 중인 문서단위로 처리하여 반드시 필요한 문서가 작성이 되고 보관되고 있는지를 확인하여 최종 출고승인을 할 수 있어야 한다(그림 244, 245).



그림 244. 출고요청.

출고인증

조회

출력명 결과수입일 2016-01-20 ~ 2016-01-20

출력코드

조회결과

시행번호	출력코드	출력명	허가번호	공정명	출력내역	제출번호	제출일자	사출일자	출고수량
P11-000024	0000005	테스트*****		분류용-분류	확립	97263	20110609	20110729	10.00
P13-004995	ASBT0	ASBT*****		분류용(별)	확립	97263	20131202	20131205	300000.00

조회결과

출력명 ASBT***** 제출번호 97263 출고수량 300.00000T

출력코드 ASBT0 제출일자 20131202 결과수입일 20160120

시행번호 P13-004995 제출수량 300000.00000T 사출일자 20151201

출고검역 항목

구분	항목	검출수량	결과	비고
1	95 제조회사 및 기록서		● YES ○ NO ○ N/A	
2	95 포장회사 및 기록서		● YES ○ NO ○ N/A	
3	95 판매용 상의서		● YES ○ NO ○ N/A	
4	95 판매용 상의서		● YES ○ NO ○ N/A	

그림 245. 출고승인.

19. 수출국에 최적화된 생산이력제 시스템 구축

19.1. 중국 품질보증체계를 반영한 생산이력 정보 DB 구축

- 중국의 국가품질보증체계 분석을 통하여 생산이력제 시스템 구축과 관련된 필수 요구 사항들을 도출하였다.
- ☑ 중국의 국가품질보증체계 등 생산이력제 시스템과 관련된 기준 및 규정 자료 수집
- ☑ 생산이력제 관련 자료 분석을 통한 필수 요구 사항 도출

- 또한 생산이력제 시스템 구성 정보를 선정하고 정보를 수집하여 데이터베이스를 모델링하였다.
- ☑ 제조 단계 분석 및 단계별 주요 관리 정보 선정
- ☑ 원유 및 기타 재료의 품질 정보, 최종 품질 관리 정보 등 이력 정보 입력 대상 및 관리 항목 선정
- ☑ 중국 정부에서 요구하고 있는 원료, 분류 전자 정보 추적 응용 시스템의 구성 요소를 최대한 반영하여 데이터베이스를 구성할 수 있도록 함(그림 246).



그림 246. 중국의 조제분유 생산 이력 정보 요구 항목.

○ 생산이력정보에 대한 데이터베이스 구조는 다음(그림 247, 248, 249)과 같다.

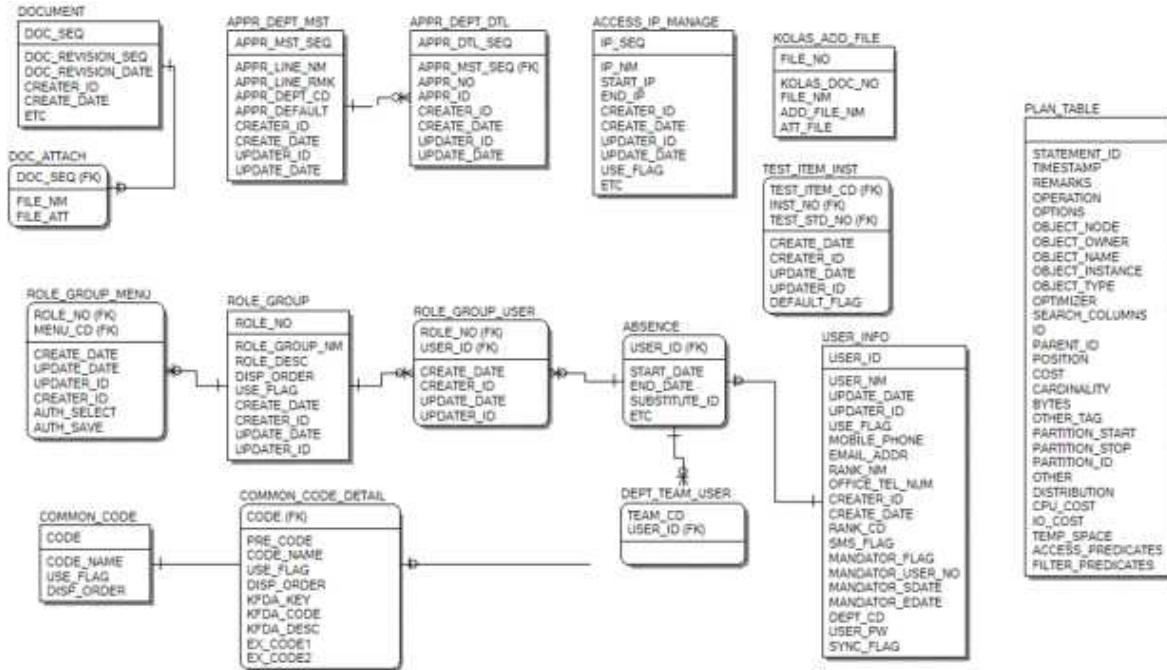


그림 247. ER Diagram

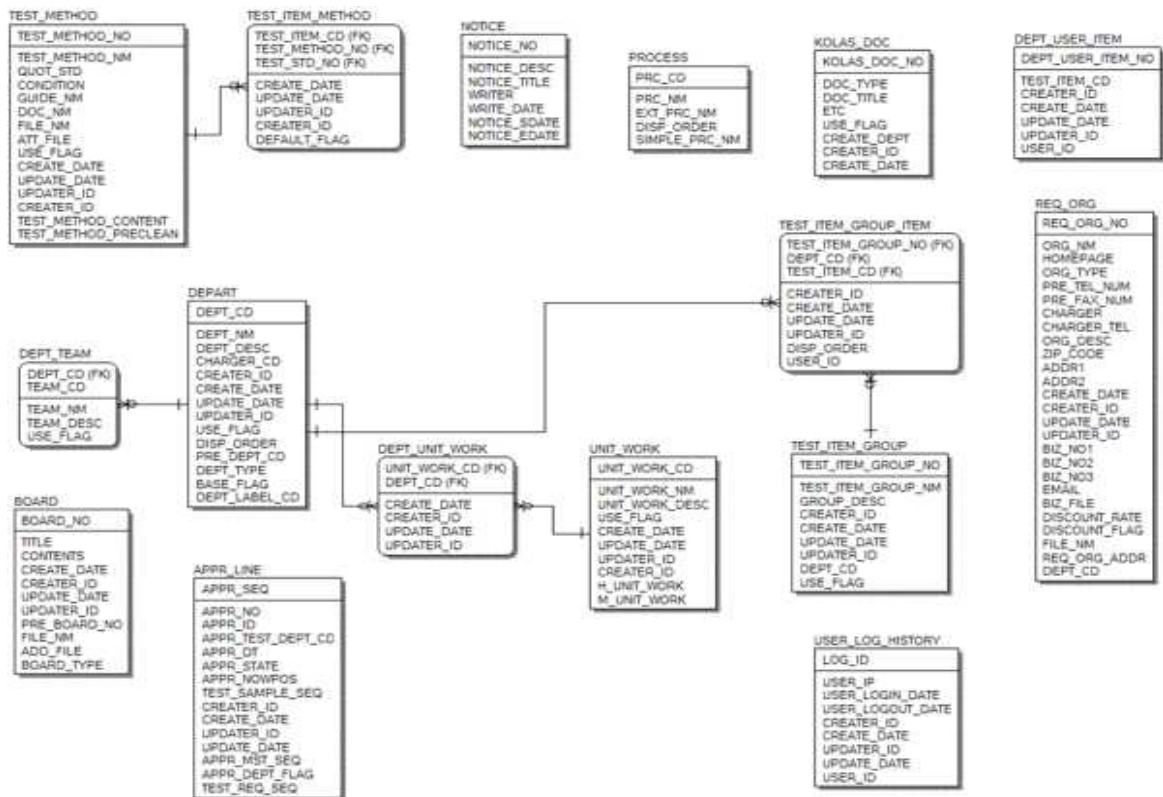


그림 248. ER Diagram

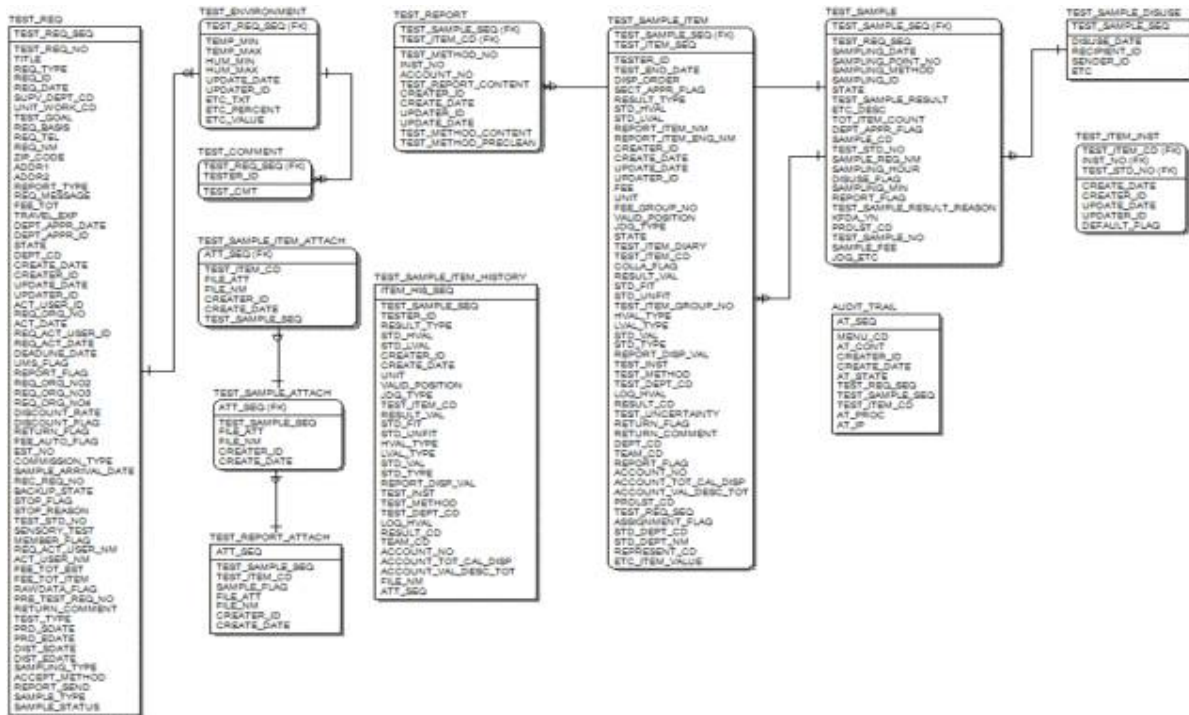


그림 249. ER Diagram.

○ 생산이력정보에 대한 테이블명세서의 예시는 다음 표 169와 같다.

표 173. 테이블 명세

ABSENCE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
START_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
END_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
SUBSTITUTE_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
ETC	VARCHAR2(200)	No	No	No
USER_ID	VARCHAR2(35)	Yes	Yes	Yes

ACCESS_IP_MANAGE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
IP_SEQ	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
IP_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
START_IP	VARCHAR2(15)	No	No	No
END_IP	VARCHAR2(15)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
ETC	VARCHAR2(100)	No	No	No

ACCOUNT				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
ACCOUNT_NM	VARCHAR2(30)	No	No	No
ACCOUNT_VAL_DESC	VARCHAR2(1000)	No	No	No
ACCOUNT_DESC	VARCHAR2(1000)	No	No	No
ACCOUNT_TOT_DISP	VARCHAR2(400)	No	No	No
TEST_METHOD_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT	VARCHAR2(6)	No	No	No
ACCOUNT_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes

ACCOUNT_APPLY				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TEST_SAMPLE_SEQ	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	Yes
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
ACCOUNT_NO	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes
ACCOUNT_DETAIL_NO	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes
ACCOUNT_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
ACCOUNT_DISP	VARCHAR2(200)	No	No	No
ACCOUNT_S_OPER	VARCHAR2(2)	No	No	No
ACCOUNT_E_OPER	VARCHAR2(2)	No	No	No
X1	VARCHAR2(10)	No	No	No
X1_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X2	VARCHAR2(10)	No	No	No
X2_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X3	VARCHAR2(10)	No	No	No
X3_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X4	VARCHAR2(10)	No	No	No
X4_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X5	VARCHAR2(10)	No	No	No
X5_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X6	VARCHAR2(10)	No	No	No
X6_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X7	VARCHAR2(10)	No	No	No
X7_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X8	VARCHAR2(10)	No	No	No
X8_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X9	VARCHAR2(10)	No	No	No
X9_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X10	VARCHAR2(10)	No	No	No
X10_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
ACCOUNT_VALID_PO SITION	VARCHAR2(2)	No	No	No
ACCOUNT_RESULT	VARCHAR2(30)	No	No	No
ACCOUNT_CAL_DISP	VARCHAR2(200)	No	No	No
X1_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X2_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X3_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X4_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X5_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X6_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X7_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X8_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X9_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X10_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
ACCOUNT_TOT_RES ULT	VARCHAR2(30)	No	No	No
ACCOUNT_TOT_CAL_ DISP	VARCHAR2(200)	No	No	No

ACCOUNT_DETAIL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
ACCOUNT_NO	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes
ACCOUNT_DETAIL_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
ACCOUNT_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
ACCOUNT_DISP	VARCHAR2(200)	No	No	No
ACCOUNT_S_OPER	VARCHAR2(2)	No	No	No
ACCOUNT_E_OPER	VARCHAR2(2)	No	No	No
X1	VARCHAR2(10)	No	No	No
X1_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X2	VARCHAR2(10)	No	No	No
X2_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X3	VARCHAR2(10)	No	No	No
X3_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X4	VARCHAR2(10)	No	No	No
X4_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X5	VARCHAR2(10)	No	No	No
X5_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X6	VARCHAR2(10)	No	No	No
X6_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X7	VARCHAR2(10)	No	No	No
X7_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X8	VARCHAR2(10)	No	No	No
X8_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X9	VARCHAR2(10)	No	No	No
X9_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
X10	VARCHAR2(10)	No	No	No
X10_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
ACCOUNT_VALID_POSITION	VARCHAR2(2)	No	No	No
ACCOUNT_RESULT	VARCHAR2(30)	No	No	No
ACCOUNT_CAL_DISP	VARCHAR2(200)	No	No	No
X1_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X2_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X3_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X4_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X5_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X6_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X7_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X8_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X9_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
X10_VAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
ACCOUNT_TOT_RESULT	VARCHAR2(30)	No	No	No

ANALYSIS				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes
ENG_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
USE_YN	CHAR(1)	No	No	No
NCKNM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ABRV	VARCHAR2(100)	No	No	No
L_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
TESTITM_LCLAS_CD	VARCHAR2(10)	No	No	No
REMN_MTTR_DFN	VARCHAR2(500)	No	No	No
M_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_MLSFC_CD	VARCHAR2(10)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2530_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
KFDA_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
DISP_TESTITM_CD	VARCHAR2(20)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(10)	No	No	No

ANALYSIS_LOG				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
ENG_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
USE_YN	CHAR(1)	No	No	No
NCKNM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ABRV	VARCHAR2(100)	No	No	No
L_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	No	Yes
TESTITM_LCLAS_CD	VARCHAR2(10)	No	No	No
REMN_MTTR_DFN	VARCHAR2(500)	No	No	No
M_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_MLSFC_CD	VARCHAR2(10)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2530_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No

APPR_DEPT_DTL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
APPR_DTL_SEQ	VARCHAR2(4)	Yes	No	Yes
APPR_NO	NUMBER	No	No	No
APPR_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
APPR_MST_SEQ	VARCHAR2(4)	No	Yes	Yes

APPR_DEPT_MST				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
APPR_MST_SEQ	VARCHAR2(4)	Yes	No	Yes
APPR_LINE_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
APPR_LINE_RMK	VARCHAR2(4000)	No	No	No
APPR_DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
APPR_DEFAULT	VARCHAR2(1)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No

APPR_LINE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
APPR_SEQ	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes
APPR_NO	NUMBER	No	No	No
APPR_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
APPR_TEST_DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
APPR_DT	DATE	No	No	No
APPR_STATE	VARCHAR2(6)	No	No	No
APPR_NOWPOS	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_SAMPLE_SEQ	VARCHAR2(9)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
APPR_MST_SEQ	NUMBER	No	No	Yes
APPR_DEPT_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_REQ_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No

AUDIT_TRAIL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
AT_SEQ	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes
MENU_CD	CHAR(6)	No	No	No
AT_CONT	VARCHAR2(4000)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
AT_STATE	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_REQ_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
TEST_SAMPLE_SEQ	VARCHAR2(9)	No	No	No
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
AT_PROC	VARCHAR2(30)	No	No	No
AT_IP	VARCHAR2(20)	No	No	No

BAK_SELF_SPEC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	No	No	No
SORC	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_END_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
MXMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
FNPRT_ITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
PRDLST_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
MXMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
ATTRB_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
UPDT_PRVNS	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
MCRRGNSM_2N	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2M	VARCHAR2(100)	No	No	No
SPEC_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2C	VARCHAR2(100)	No	No	No
VALD_MANLI	NUMBER	No	No	No
A082_CF_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CHOIC_IMPROPT	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CI_FNPRT_CD_N M	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_VAL_SUMUP	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_BEGN_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
INJRY_YN	CHAR(1)	No	No	No
A080_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
FNPRT_ITM_INCLS_Y N	CHAR(1)	No	No	No
INDV_SPEC_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
MIMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
NTR_PRSEC_ITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MONTRNG_TESTITM _YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
CHOIC_FIT	VARCHAR2(100)	No	No	No

BAK_SELF_SPEC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
PIAM_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
EMPHS_PRSEC_TESTI TM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
JDGMNT_FOM_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
MIMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
RVLV_ELSE_TESTIT M_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MCRRGNSM_3M	VARCHAR2(100)	No	No	No
A081_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
A079_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2580_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
TEST_STD_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
REV_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
FEE	VARCHAR2(8)	No	No	No
LOQ_HVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
LOQ_LVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
SELF_SPEC_NO	VARCHAR2(8)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
RESULT_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No

BAK_STD_TEST_ITEM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
STD_LVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
STD_HVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
TEST_STD_NO	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes
RESULT_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
VALID_POSITION	NUMBER(1)	No	No	No
UNIT	VARCHAR2(6)	No	No	No
STD_FIT_VAL	VARCHAR2(6)	No	No	No
STD_UNFIT_VAL	VARCHAR2(6)	No	No	No
STD_VAL	VARCHAR2(40)	No	No	No
REV_NO	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes
JDG_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
HVAL_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
LVAL_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
LOQ_HVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
LOQ_LVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
STD_TOTAL	VARCHAR2(40)	No	No	No
FEE	NUMBER(8)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No

BAK_TEST_ITEM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes
TEST_ITEM_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
TEST_ITEM_ENG_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
FEE	NUMBER(8)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
TEST_ITEM_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
DISP_ORDER	NUMBER(4)	No	No	No
KOLAS_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_ITEM_ABBR	VARCHAR2(100)	No	No	No
FORMULA	NUMBER(4)	No	No	No
REPORT_ITEM_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
REPORT_ITEM_ENG_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
REPRE_TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
DETAIL_TEST_ITEM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
TEST_ITEM_KOR_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT	VARCHAR2(6)	No	No	No
VALID_POSITION	NUMBER(1)	No	No	No

BOARD				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
BOARD_NO	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes
TITLE	VARCHAR2(100)	No	No	No
CONTENTS	VARCHAR2(4000)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
PRE_BOARD_NO	VARCHAR2(8)	No	No	No
FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ADD_FILE	BLOB	No	No	No
BOARD_TYPE	VARCHAR2(1)	No	No	No

CMMN_SPEC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	No	No	No
SORC	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_END_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
MXMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
FNPRT_ITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
PRDLST_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
MXMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
ATTRB_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
UPDT_PRVNS	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
MCRRGNSM_2N	VARCHAR2(100)	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
MCRRGNSM_2M	VARCHAR2(100)	No	No	No
CMMN_SPEC_SEQ	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes
SPEC_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2C	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CF_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
VALD_MANLI	NUMBER	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CHOIC_IMPROPT	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CI_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_VAL_SUMUP	VARCHAR2(1000)	No	No	No
VALD_BEGN_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
INJRY_YN	CHAR(1)	No	No	No
A080_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
FNPRT_ITM_INCLS_YN	CHAR(1)	No	No	No
MIMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
NTR_PRSEC_ITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MONTRNG_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT_CD	VARCHAR2(3)	No	No	No
CHOIC_FIT	VARCHAR2(100)	No	No	No
PIAM_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
EMPHS_PRSEC_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
JDGMNT_FOM_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
MIMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
RVLV_ELSE_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MCRRGNSM_3M	VARCHAR2(100)	No	No	No
A081_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
A079_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2600_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
FEE	NUMBER	No	No	No

CMMN_SPEC_KIND				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
LV	NUMBER	No	No	No
USE_YN	CHAR(1)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes
DFN	VARCHAR2(4000)	No	No	No
HRNK_CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2590_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No

CMMN_SPEC_KIND_EXPT_PRDLST				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	Yes	Yes	Yes
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2610_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes

CMMN_SPEC_KIND_EXPT_PRDLST_LOG				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	Yes	Yes	Yes
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	Yes	Yes
KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2610_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	Yes	Yes	Yes
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	Yes	Yes
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	Yes	Yes

CMMN_SPEC_KIND_LOG				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
LV	NUMBER	No	No	No
USE_YN	CHAR(1)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	No	Yes
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
DFN	VARCHAR2(4000)	No	No	No
HRNK_CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2590_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No

CMMN_SPEC_LOG				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	No	No	No
SORC	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_END_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
MXMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
FNPRT_ITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
PRDLST_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
MXMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
ATTRB_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
UPDT_PRVNS	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	No	Yes
MCRRGNSM_2N	VARCHAR2(100)	No	No	No
CMMN_SPEC_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
MCRRGNSM_2M	VARCHAR2(100)	No	No	No
CMMN_SPEC_SEQ	VARCHAR2(10)	Yes	Yes	Yes
SPEC_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2C	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CF_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
VALD_MANLI	NUMBER	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CHOIC_IMPROPT	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CI_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_VAL_SUMUP	VARCHAR2(1000)	No	No	No
VALD_BEGN_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
INJRY_YN	CHAR(1)	No	No	No
A080_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
FNPRT_ITM_INCLS_YN	CHAR(1)	No	No	No
MIMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
NTR_PRSEC_ITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MONTRNG_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT_CD	VARCHAR2(3)	No	No	No
CHOIC_FIT	VARCHAR2(100)	No	No	No
PIAM_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
EMPHS_PRSEC_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
JDGMNT_FOM_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
MIMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
RVLV_ELSE_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MCRRGNSM_3M	VARCHAR2(100)	No	No	No
A081_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
A079_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2600_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No

COMMON_CODE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
CODE_NAME	VARCHAR2(100)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DISP_ORDER	NUMBER(3)	No	No	No
CODE	VARCHAR2(20)	Yes	No	Yes

COMMON_CODE_DETAIL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
CODE	VARCHAR2(20)	Yes	Yes	Yes
PRE_CODE	VARCHAR2(20)	No	No	No
CODE_NAME	VARCHAR2(100)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DISP_ORDER	NUMBER(3)	No	No	No
KFDA_KEY	VARCHAR2(30)	No	No	No
KFDA_CODE	VARCHAR2(10)	No	No	No
KFDA_DESC	VARCHAR2(50)	No	No	No
EX_CODE1	VARCHAR2(20)	No	No	No
EX_CODE2	VARCHAR2(20)	No	No	No

COUNSEL_PERSONAL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TOTAL_NO	VARCHAR2(8)	Yes	Yes	Yes
PERSONAL_NO	VARCHAR2(11)	Yes	No	Yes
COUNSEL_DIV	VARCHAR2(10)	No	No	No
COUNSEL_DATE	DATE	No	No	No
COUNSEL_PATH	VARCHAR2(10)	No	No	No
COUNSEL_CONTENT	VARCHAR2(1000)	No	No	No
COUNSEL_PROGRESS_STS	VARCHAR2(10)	No	No	No
CREATOR_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
COUNSEL_RESULT_CONTENT	VARCHAR2(1000)	No	No	No
COUNSEL_RESULT	VARCHAR2(20)	No	No	No

COUNSEL_TOTAL				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TOTAL_NO	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes
COUNSEL_CLIENT_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
COUNSEL_CLIENT_EMAIL	VARCHAR2(100)	No	No	No
COUNSEL_DATE	DATE	No	No	No
REQ_ORG_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
COUNSELOR_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATOR_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
USER_FLAG	CHAR(1)	No	No	No
ORG_TYPE_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No

DEPART				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes
DEPT_NM	VARCHAR2(60)	No	No	No
DEPT_DESC	VARCHAR2(100)	No	No	No
CHARGER_CD	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DISP_ORDER	NUMBER(3)	No	No	No
PRE_DEPT_CD	VARCHAR2(60)	No	No	No
DEPT_TYPE	VARCHAR2(1)	No	No	No
BASE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DEPT_LABEL_CD	VARCHAR2(3)	No	No	No

DEPT_TEAM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TEAM_CD	VARCHAR2(4)	Yes	No	Yes
TEAM_NM	VARCHAR2(60)	No	No	No
TEAM_DESC	VARCHAR2(100)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	Yes	Yes	Yes

DEPT_TEAM_USER				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
USER_ID	VARCHAR2(35)	Yes	Yes	Yes
TEAM_CD	VARCHAR2(4)	Yes	No	Yes

DEPT_UNIT_WORK				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	Yes	Yes	Yes
UNIT_WORK_CD	VARCHAR2(3)	Yes	Yes	Yes

DEPT_USER_ITEM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
CREATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
UPDATE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
USER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
DEPT_USER_ITEM_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No

DOC_ATTACH				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
FILE_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
FILE_ATT	BLOB	No	No	No
DOC_SEQ	VARCHAR2(11)	Yes	Yes	Yes

DOCUMENT				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
DOC_REVISION_SEQ	VARCHAR2(3)	No	No	No
DOC_REVISION_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
ETC	VARCHAR2(2000)	No	No	No
DOC_SEQ	VARCHAR2(11)	Yes	No	Yes

EDU_ATTEND				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
DEPT_NO	VARCHAR2(60)	No	No	No
USER_NO	VARCHAR2(35)	No	No	No
EDU_RESULT_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
DOC_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ATT_FILE	BLOB	No	No	No
ATTEND_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes

EDU_RESULT				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EDU_RESULT_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
EDU_KIND	VARCHAR2(40)	No	No	No
MGR_DEPT	VARCHAR2(60)	No	No	No
EDU_ORG	VARCHAR2(50)	No	No	No
EDU_PLACE	VARCHAR2(50)	No	No	No
EDU_EDATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
EDU_TYPE	VARCHAR2(40)	No	No	No
EDU_CONTENT	VARCHAR2(1000)	No	No	No
CREATE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
EDU_SDATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
EDU_DESC	VARCHAR2(40)	No	No	No

EDU_RESULT_DOC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
DOC_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ATT_FILE	BLOB	No	No	No
EDU_RESULT_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
EDU_DOC_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes

ESTIMATE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes
EST_ORG_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
EST_TITLE	VARCHAR2(100)	No	No	No
EST_DATE	DATE	No	No	No
EST_DESC	VARCHAR2(200)	No	No	No
EST_CHARGER_NM	VARCHAR2(30)	No	No	No
EST_UNIT_WORK	VARCHAR2(6)	No	No	No
EST_STATE	VARCHAR2(6)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(30)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(30)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
EST_GUBUN	VARCHAR2(6)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
EST_FEE_TOT	NUMBER(8)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
EST_DEADLINE_DATE	VARCHAR2(3)	No	No	No

ESTIMATE_FEE_GUBUN				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_FEE_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_EXP_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
EST_FEE_CD	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes

ESTIMATE_ITEM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_ITEM_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
EST_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
EST_QTY	VARCHAR2(3)	No	No	No
EST_PRICE	VARCHAR2(10)	No	No	No
EST_PRICE_TOTAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
EST_ITEM_SPEC	VARCHAR2(100)	No	No	No
EST_ITEM_DESC	VARCHAR2(100)	No	No	No
EST_DEADLINE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	No	No	No

ESTIMATE_ITEM_FEE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_FEE_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
EST_FEE_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
EST_FEE_PRICE	VARCHAR2(10)	No	No	No
EST_FEE_DESC	VARCHAR2(100)	No	No	No
EST_FEE_QTY	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_PRICE_TOTAL	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes

ESTIMATE_ITEM_FEE_TEMPLATE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_TEMP_NO	VARCHAR2(6)	No	No	No
EST_FEE_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_PRICE	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_DESC	VARCHAR2(1000)	No	No	No
EST_FEE_QTY	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_PRICE_TOT AL	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_FEE_NO	VARCHAR2(9)	No	No	No

ESTIMATE_ITEM_TEMPLATE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_TEMP_ITEM_NO	VARCHAR2(9)	No	No	No
EST_TEMP_NO	VARCHAR2(6)	No	No	No
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
EST_QTY	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_PRICE	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_PRICE_TOTAL	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_ITEM_SPEC	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_ITEM_DESC	VARCHAR2(1000)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(11)	No	No	No

ESTIMATE_TEMPLATE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
EST_TITLE	VARCHAR2(100)	No	No	No
EST_CHARGER_NM	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_GUBUN	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
EST_FEE_TOT	VARCHAR2(20)	No	No	No
EST_TEMP_NO	VARCHAR2(6)	No	No	No

FEE_GROUP				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
FEE_GROUP_NM	VARCHAR2(40)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
FEE	NUMBER(8)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes

FORM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
FORM_TITLE	VARCHAR2(100)	No	No	No
FORM_TYPE	VARCHAR2(6)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
ETC	VARCHAR2(2000)	No	No	No
FORM_SEQ	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes

INDV_SPEC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	Yes	Yes	Yes
SORC	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_END_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
MXMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
FNPRT_ITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
PRDLST_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
MXMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
ATTRB_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
UPDT_PRVNS	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	No	No	No
MCRRGNSM_2N	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2M	VARCHAR2(100)	No	No	No
SPEC_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2C	VARCHAR2(100)	No	No	No
VALD_MANLI	NUMBER	No	No	No
A082_CF_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CHOIC_IMPROPT	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CI_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_VAL_SUMUP	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_BEGN_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
INJRY_YN	CHAR(1)	No	No	No
A080_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
FNPRT_ITM_INCLS_YN	CHAR(1)	No	No	No
INDV_SPEC_SEQ	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes
MIMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
NTR_PRSEC_ITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MONTRNG_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
CHOIC_FIT	VARCHAR2(100)	No	No	No
PIAM_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
EMPHS_PRSEC_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
JDGMNT_FOM_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
MIMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
RVLV_ELSE_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MCRRGNSM_3M	VARCHAR2(100)	No	No	No
A081_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
A079_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2580_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
KFDA_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
TEST_STD_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
LOQ_HVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
LOQ_LVAL	VARCHAR2(10)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(20)	No	No	No
CREATE_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
REV_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
FEE_GROUP_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
FEE	NUMBER	No	No	No

INDV_SPEC_LOG				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TESTITM_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No
PRDLST_CD	VARCHAR2(14)	No	No	No
SORC	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_END_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
MXMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
FNPRT_ITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
PRDLST_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
MXMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
ATTRB_SEQ	VARCHAR2(10)	No	No	No
UPDT_PRVNS	VARCHAR2(500)	No	No	No
LAST_UPDT_DTM	DATE	Yes	No	Yes
MCRRGNSM_2N	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2M	VARCHAR2(100)	No	No	No
SPEC_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
MCRRGNSM_2C	VARCHAR2(100)	No	No	No
VALD_MANLI	NUMBER	No	No	No
A082_CF_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
TESTITM_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
CHOIC_IMPROPT	VARCHAR2(100)	No	No	No
A082_CL_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
SPEC_VAL_SUMUP	VARCHAR2(4000)	No	No	No
VALD_BEGN_DT	VARCHAR2(8)	No	No	No
INJRY_YN	CHAR(1)	No	No	No
A080_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
FNPRT_ITM_INCLS_YN	CHAR(1)	No	No	No
INDV_SPEC_SEQ	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes
MIMM_VAL_DVS_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
NTR_PRSEC_ITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MONTRNG_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
UNIT_CD	VARCHAR2(3)	No	No	No
CHOIC_FIT	VARCHAR2(100)	No	No	No
PIAM_KOR_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
EMPHS_PRSEC_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
JDGMNT_FOM_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
MIMM_VAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
UNIT_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
RVLV_ELSE_TESTITM_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
MCRRGNSM_3M	VARCHAR2(100)	No	No	No
A081_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
A079_FNPRT_CD_NM	VARCHAR2(500)	No	No	No
ID	VARCHAR2(50)	No	No	No
I2580_ID	VARCHAR2(50)	No	No	No

INST_CRT_HIS				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
CRT_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
CRT_ORG	VARCHAR2(40)	No	No	No
CRT_RESULT	VARCHAR2(200)	No	No	No
NXT_CRT_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
INST_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
CRT_USER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CRT_DEPT	VARCHAR2(7)	No	No	No
CRT_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes

INST_MNG_HIS				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
MNG_NO	VARCHAR2(3)	Yes	No	Yes
MNG_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
MNG_START	VARCHAR2(8)	No	No	No
MNG_END	VARCHAR2(8)	No	No	No
MNG_DEPT_CD	VARCHAR2(20)	No	No	No
MNG_SUB_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
MNG_SUB_DEPT_CD	VARCHAR2(20)	No	No	No
INST_NO	VARCHAR2(8)	Yes	Yes	Yes

INST_RENT				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
INSTRENT_RECEIPT_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes
REQ_ORG_NO	VARCHAR2(3)	No	No	No
INSTRENT_USER_NM	VARCHAR2(15)	No	No	No
INSTRENT_TAKER_NM	VARCHAR2(15)	No	No	No
USER_FLAG	CHAR(1)	No	No	No
CREATE_ID	VARCHAR2(15)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATE_ID	VARCHAR2(15)	No	No	No
ORG_TYPE_CD	VARCHAR2(6)	No	No	No

INST_RENT_INST				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
INSTRENT_RENT_NO	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes
INST_NO	VARCHAR2(6)	No	No	No
INSTRENT_ST_DATE	DATE	No	No	No
INSTRENT_END_DATE	DATE	No	No	No
INSTRENT_RECEIPT_NO	VARCHAR2(7)	Yes	Yes	Yes

INST_RENT_ITEM				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
TEST_ITEM_CD	VARCHAR2(6)	Yes	Yes	Yes
TEST_ITEM_TYPE	VARCHAR2(100)	No	No	No
INSTRENT_SAMPLE_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes

INST_RENT_SAMPLE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
INSTRENT_SAMPLE_NO	VARCHAR2(7)	Yes	No	Yes
INSTRENT_SAMPLE_NM	VARCHAR2(30)	No	No	No
SAMPLE_CD	VARCHAR2(3)	No	No	No
INSTRENT_SAMPLE_ETC	VARCHAR2(1000)	No	No	No
INSTRENT_RENT_NO	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes

INST_RPR_HIS				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
RPR_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
BRK_REASON	VARCHAR2(1000)	No	No	No
RPR_CONTENT	VARCHAR2(1000)	No	No	No
RPR_COMPANY	VARCHAR2(50)	No	No	No
RPR_USER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
INST_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
RPR_TEL	VARCHAR2(40)	No	No	No
RPR_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes

INST_USE_HIS				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
USE_SDATE	DATE	No	No	No
USE_EDATE	DATE	No	No	No
USE_ETC	VARCHAR2(500)	No	No	No
USE_PURPOSE	VARCHAR2(500)	No	No	No
HIS_USER	VARCHAR2(35)	No	No	No
INST_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
USE_TIME	VARCHAR2(5)	No	No	No
USE_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes

INSTRUMENT				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
INST_NO	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes
OLD_INST_NO	VARCHAR2(4)	No	No	No
INST_MNG_NO	VARCHAR2(40)	No	No	No
INST_KOR_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
INST_ENG_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
INST_BUY_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
INST_VND_NM	VARCHAR2(40)	No	No	No
INST_VND_TEL	VARCHAR2(50)	No	No	No
MODEL_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
MAKE_NATION	VARCHAR2(60)	No	No	No
MAIN_PART	VARCHAR2(2000)	No	No	No
SUB_INST	VARCHAR2(400)	No	No	No
LAS_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
KOLAS_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
FLD_USE	VARCHAR2(100)	No	No	No
MANUAL	VARCHAR2(100)	No	No	No
SOFTWARE	VARCHAR2(100)	No	No	No
CALI_PERIOD	VARCHAR2(40)	No	No	No
PWR	VARCHAR2(40)	No	No	No
INSTL_DATE	VARCHAR2(8)	No	No	No
INSTL_PLC	VARCHAR2(50)	No	No	No
BUY_COST	VARCHAR2(40)	No	No	No
CMT	VARCHAR2(1000)	No	No	No
IMG_FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
AST_NO	VARCHAR2(40)	No	No	No
END_YEAR	NUMBER(3)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
ADMIN_USER	VARCHAR2(30)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
ADD_FILE	BLOB	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
DEPT_CD	VARCHAR2(7)	No	No	No
CALI_PERIOD_FLAG	VARCHAR2(6)	No	No	No
INST_JD_NO	VARCHAR2(40)	No	No	No
INST_JD_NM	VARCHAR2(200)	No	No	No
USE_HIS_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
USE_PRICE	VARCHAR2(10)	No	No	No
NTIS_NO	VARCHAR2(40)	No	No	No
ETUBE_NO	VARCHAR2(40)	No	No	No
MANAGE_FLAG	CHAR(1)	No	No	No

KOLAS_ADD_FILE				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
FILE_NO	VARCHAR2(10)	Yes	No	Yes
FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ADD_FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ATT_FILE	BLOB	No	No	No
KOLAS_DOC_NO	VARCHAR2(8)	No	No	No

KOLAS_DOC				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
DOC_TYPE	VARCHAR2(30)	No	No	No
DOC_TITLE	VARCHAR2(100)	No	No	No
ETC	VARCHAR2(200)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
CREATE_DEPT	VARCHAR2(7)	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
KOLAS_DOC_NO	VARCHAR2(8)	Yes	No	Yes

MENU				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
MENU_CD	CHAR(6)	Yes	No	Yes
MENU_NM	VARCHAR2(40)	No	No	No
MENU_DESC	VARCHAR2(100)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
DISP_ORDER	NUMBER(3)	No	No	No
MENU_URL	VARCHAR2(100)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
UPDATE_DATE	DATE	No	No	No
UPDATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
PRE_MENU_CD	CHAR(6)	No	No	No

MTLR_INFO				
Name	Datatype	Is PK	Is FK	Required
MTLR_NO	VARCHAR2(6)	Yes	No	Yes
H_MTLR_INFO	VARCHAR2(6)	No	No	No
CONTENT	VARCHAR2(400)	No	No	No
ITEM_NM	VARCHAR2(100)	No	No	No
SPEC1	VARCHAR2(200)	No	No	No
UNIT	VARCHAR2(6)	No	No	No
ETC	VARCHAR2(400)	No	No	No
CREATE_DATE	DATE	No	No	No
CREATER_ID	VARCHAR2(35)	No	No	No
USE	VARCHAR2(100)	No	No	No
USE_FLAG	VARCHAR2(1)	No	No	No
CREATE_DEPT	VARCHAR2(7)	No	No	No
MASTER_YN	VARCHAR2(1)	No	No	No
SPEC2	VARCHAR2(200)	No	No	No
M_MTLR_INFO	VARCHAR2(6)	No	No	No
SPEC_ETC	VARCHAR2(200)	No	No	No
MSDS1	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS2	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS3	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS4	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS5	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS6	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS7	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS8	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS9	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS10	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS11	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS12	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS13	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS14	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS15	VARCHAR2(3000)	No	No	No
MSDS16	VARCHAR2(3000)	No	No	No
IMG_FILE_NM	VARCHAR2(50)	No	No	No
ADD_FILE	BLOB	No	No	No

...(이하 생략)...

19.2. 생산이력 관리 시스템 구축 및 적용성 평가

- 시스템 구성은 아래 그림 250과 같다.
- ☑ 조제분유의 제조번호 또는 로트번호를 기준으로 관련되는 생산 이력 정보를 조회할 수 있도록 구성.
- ☑ 제공하는 생산 이력 정보는 원료, 생산, 품질, 공급 등 세부 카테고리로 구분하여 정보를 제공.
- ☑ 바코드 또는 RFID를 활용할 수 있는 시스템을 구성함. 단 RFID는 포장 형태 및 포장 라인 설비의 변경과 RFID 부착을 위한 추가 비용의 발생 문제로 인해, 이번 연구 과제에서는 RFID 적용 가능성을 검토하고, 향후 실제로 도입을 하는 경우에 시스템의 변경이 최소화할 수 있도록 구성함.



그림 250. 생산 이력 정보 제공 방안.

- 현재 매일유업에서 사용하고 있는 시스템은 독자적으로 구성된 단위시스템으로 시스템간의 연계가 용이 하지 않은 것으로 판단되어 현재의 시스템 구성을 기반으로 생산이력에 대한 정보연계는 문서유통을 기반으로 구성하였다.
- 각각의 시스템에서 발생하는 문서를 첨부 형태로 생산이력관리시스템에 저장하여 관리한다.
- 각 단계를 항목화하여 하나의 완제품 로트에 원료/반제품/완제품/유통의 정보가 입력될 수 있는 구조로 적용한다.

20. 협동별 연구 결과 요약 및 조제분유 제조 활용 계획

○ 협동별 개발기술은 아래 그림 251. 총괄표와 같으며, 적용 현황 및 공정별 기술적용 또한 아래 표 173과 그림 252와 같다.



그림 251. 개발기술 총괄 요약표

표 173. 기술별 적용현황

개발기술·산업적 성과	현장 적용 등 활용 방안	현장 적용 시기
중국 모유 분석 DB 구축·분석 기술	- 중국 현지 수유부 대상 모유 분석 서비스 실시 및 분석 DB 구축 - 매일유업 자체 시스템을 구축하여 안전성 모니터링 결과와 LIMS 시스템을 이용한 제품 LOT별 영양, 안전성 분석 DB 구축 시스템화	자사 시스템으로 접목 완료(운영 중)
중국 수출 전략형 제품화	- 협동/위탁기관에서 수행한 연구결과에 대한 실증실험을 진행하였으며, 아시아모유 분석 연구결과를 적용하여 제품화 함	제품화 완료 (총 2개 브랜드 개발완료)
중국 소비자 서비스 컨텐츠 개발	- 국내에서 제공하는 매일유업 ‘아시아모유연구소’ 소비자 컨텐츠 4종을 중국 현지화하여 제공 및 평가 완료	현 소비자 대상 컨텐츠 제공 플랫폼 구축 완료(운영 중)
생산공정 고온성 세균 제어 기술	- 고온성 세균의 원료 검수 항목 추가, 생산 공정 중 세균 대사 산물 측정, 완제품 검수 강화 등 생산단계 적용 - 살균 기술은 생산 조건별 요구도에 따라 선택적 적용 예정	현 생산공정 내 위해 제어 전략 적용 완료(운영 중)
소비 단계 교차오염 예방 기술	- 교차오염 예방을 위한 스푼캡 디자인 적용 - 스푼캡 및 교차오염 예방 중요성 관련 홍보에 활용 예정	제품화 완료, 홍보 시 활용 예정
기능성 성분 유효성 및 메커니즘 규명	- 중국의 식품법규에서 허용된 유산균을 활용하여 생존율, 장내개선, 면역증진 검증을 통해 최적조건 탐색을 진행하여 제품 배합비에 반영완료	제품화 완료(2018년 출시 예정)
당화산물 저감화 공정 최적화 기술	- 조제분유 분무 건조 단계의 조건 조절을 통한 당화산물 생성 억제 검증을 통한 공정 적용 완료 - 조제분유의 중간 당화 산물 또는 최종 당화 산물을 효과적으로 억제할 수 있어, 조제분유, 가공 식품류, 유제품류 등과 같은 식품 산업 분야에 활용	공정 적용 완료
중국 유통 환경 최적 포장 기술	- 중국 현지 11개 도시를 기준으로 유통기후 조건 조사를 통하여 수증기 차단성 요구 수준 및 압력균형 포장조건 제시 - 유통온도 및 산소 농도에 따른 유통기한 제시완료(산소농도 2%, 유통온도 25°C이하가 효과적)	현 공정조건 과학적 검증 완료
품질유지 포장, 유통기한 설정 기술	- 변형기체포장/항산화성 포장에 따른 품질보존향상 및 유통기한 연장효과: 고CO2 포장에 의한 probiotics수의 2배 증가, ascorbic acid 첨가 항산화성 포장의 산화도 약 40% 감소 효과	2020년도 생산예정
배합비 관리, 이력추적 시스템	- 품질관리 및 이력추적 데이터에 대한 정의 및 관련 자료를 동일하게 관리하여 감사 및 문제 발생시 원인 추적이 용이함	배합프로그램 적용 완료(운영중) 식품이력추적시스템 현장 점검 완료 (2020년까지 확장 적용 예정)

2. 현 제품 제조 공정 및 기술 적용 도식화



중국 모유 분석 DB 분석 기술

중국 내 안전성 이슈 데이터 수집을 통한 선제적 대응 체계 구축

중국 소비자 서비스 콘텐츠 개발

컨텐츠 제공
→ 교육 목적의 4종 컨텐츠 제공

고온성 세균 제어 기술

원료 검수 → 미생물 수 관리
 살균조건 관리 → 적정 온도-시간
 질산 대사 패턴 분석, CIP 주기 조절 → 아질산이온 증감 분석 결과 기반 조건 설정
 완제품 검수 → 질산/아질산이온량

소비 단계 교차오염 예방 기술

살균조건 관리 → 적정 온도-시간
 완제품 검수 → 병원성 세균 존재 여부
 스펀캡 디자인 적용 → 포장 용기 대상 적용

기능성 성분 유효성, 메커니즘 규명

장내환경 개선 소재 첨가 → Pre, Probiotic 첨가
 기능성 제품 제공

당화산물 저감화 공정 최적화 기술

분무건조 조건 정립
 → 당화산물 저감화를 위한 분무건조 조건 정립

중국 유통 환경 최적 포장 기술

유통기한 연장 및 소비자 편의 포장재
 → 향산화 포장재 및 편의포장 기술 접목 예정

배합비 관리, 이력추적 시스템

제품이력추적관리 시스템 적용

그림 252. 공정단계별 기술접목 현황

5절 연구개발성과

1. 논문게재 성과

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	연도	국가	발행기관	SCI여부 (SCI/ 비SCI)
1	Anti-inflammatory effect of sugar-amino acid Maillard reaction products on intestinal inflammation model in vitro and in vivo	Carbohydrate Research	Jun-Gu Oh, Su-Hyun Chun	449	2017	Korea	Elsevier	SCI
2	A model to tune modified atmosphere conditions of powdered infant formula packaging	Journal of Food Process Engineering	Hong Jiang Wang	00	2016	Korea	Wiley	SCI
3	Plantamajoside Inhibits UVB and Advanced Glycation End Products-Induced MMP-1 Expression by Suppressing the MAPK and NF-B Pathways in HaCaT Cells	Photochemistry and Photobiology	Ah-Ram Han	92(5)	2016	Korea	Wiley	SCI
4	The In vitro Effects of Nano-encapsulated Conjugated Linoleic Acid on Stability of Conjugated Linoleic Acid and Fermentation Profiles in the Rumen	Asian-Australasian Journal of Animal Science	Wan Heo	29(3)	2016	Korea	AAAP	SCI
5	Synergistic bactericidal action of phytic acid and sodium chloride against Escherichia coli O157:H7 cells protected by a biofilm	International Journal of Food Microbiology	Nam Hee Kim	227(0)	2016	Korea	Elsevier	SCI
6	식품포장기능의 측면에서 본 아시아 시장에서의 조제분유 포장	Korean Journal of Packaging Science Technology	왕홍장	22(3)	2016	Korea	한국 포장 학회	비SCI
7	L-Carnitine, pyridoxine hydrochloride, DL- α -tocopheryl acetate를 이용한 분유모델시스템의 마이알반응생성물 저감화 조건 최적화	한국식품과학회지	Hye-Lim Jung	47(1)	2015	Korea	한국 식품 과학회	비SCI

1. 지식재산권 성과

구분	지식재산권 등 명칭	국명	출원			등록		
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호
특허	지오바실러스 스테야로씨모필러스에 대한 살균용 조성물 및 이를 이용한 살균방법	대한민국	고려대학교 산학협력단	2016. 09.08.	10-2016-0115626	고려대학교 산학협력단	2017. 12.15.	10-18112 63-0000
실용신안	일회용 조제분유 포장체	대한민국	경남대학교 산학협력단, 매일유업 (주)	2016. 09.26.	20-2016-0005556			
특허	L-카르니틴 또는 비타민을 포함하는 당화산물 억제용 식품 조성물	대한민국	고려대학교 산학협력단	2016. 09.30	10-2016-0126308			

2. 기술이전 성과

번호	기술이전 유형	기술실시 계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료
1	자체사업화	미정	매일유업 (주)	미정	미정

* 현재 ipet과 기술이전 협의 진행 중에 있으며 종료 1년차에 진행할 예정임

3. 보고서 성과

분류	연도	보고서명	보고서 구분 (중간/최종)	발간일	등록·기탁번호
포장	2017	조제분유 포장 연구 보고서	최종	2017.11.22.	
ICT	2017	ICT 융복합 조제분유 생산·유통단계 품질·안전 표준관리시스템 구축 보고서	최종	2017.10.29	
ICT	2017	수출국 품질보증체계 구축 및 수출 제품 적용 보고서	최종	2017.10.30	

4. 소프트웨어 성과

분류	연도	소프트웨어명	소프트웨어 구분 (응용소프트웨어/시스템소프트웨어)	등록·기탁번호
ICT	2017	조제분유 배합비 프로그램	응용소프트웨어	

5. 학술회의 발표

번호	회의명칭 및 발표일시	제목	발표자	장소
1	Public Health Conference 2015	Growth and Sporulation Characteristics of <i>Geobacillus stearothermophilus</i> in Milk and Diluted Milk	이나영, 조태진, 권오창, 이민석	태국, 방콕
2	2015 KFN International Symposium and Annual Meeting	Screening of Probiotic Strains Isolated from Commercial Yoghurts for Application to Infant Formula	임수영, 허완, 하월규, 김용기, 전정욱, 오준구, 김영준	한국, 평창
3	RALSB (Recent Advances in Life Sciences and Biotechnology)	Protective Effects of chebulic acid against AGEs-induced atherosclerotic endothelial dysfunction by regulating ERK/NF- κ B	손원락, 남미현, 홍충의, 전수현, 한아람, 표민철, 이경원, 이광원	한국, 서울
4	한국식품과학회	Protective effect of Maillard Reaction Products of Whey Protein Concentrate against tert-butyl hydroperoxide induced oxidative stress in HepG2 cells	표민철, 양성용, 전수현, 남미현, 이광원	한국, 부산
5	ISMR (International Symposium on the Maillard Reaction)	Lysine-galactose Maillard reaction products (MRPs)-induced anti-inflammatory effect in a co-culture system	이광원, 오준구	일본, 도쿄
6	ISMR (International Symposium on the Maillard Reaction)	Protective effects of Plantamajoside on AGEs and UV-B-induced damaged in HaCaT keratinocyte	한아람, 남미현, 홍충의, 이광원	일본, 도쿄
7	ISMR (International Symposium on the Maillard Reaction)	Plantamajoside attenuated advanced glycation end-products (AGEs)-induced adhesion molecules and RAGE via NF- κ B translocation modulating	손원락, 남미현, 이광원	일본, 도쿄
8	한국식품위생 안전성학회	Detection of Maillard Reaction Products (carboxymethyllysine, furan and acrylamide) During Infant Formula Processing	이현민, 양성용, 이광원	한국, 서울
9	ICoFF (international Conference Food Factors)	Immunomodulating activities of Maillard reaction products on macrophage	전수현, 한아람, 이경원, 이슬기, 이광원	한국, 서울

번호	회의명칭 및 발표일시	제목	발표자	장소
10	ICoFF (international Conference Food Factors)	In vitro and in vivo inhibitory activities of Chebulicacid on advanced glycation end-products-mediated vascular dysfunction	남미현, 김다현, 이영석, 양성용, 표민철, 이광원	한국, 서울
11	'16 Experimental biology	Analysis of Maillard reaction products, carboxymethyllysine, furosine, hydroxymethylfurfural, furan and acrylamide during processing infant formula	이현민, 양성용, 이광원	San Diego, CA
12	The 18th Food Innovation Asia Conference 2016(FIAC 2016)	Quality Degradation of Powdered Infant Formula in N2-flushed Package under Different Temperature Conditions	안덕순, 이지혜, 왕홍장, 이해림, 이동선	태국, 방콕
13	2016 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회	Anti-glycation effect by controlling spray-dryer parameters in infant formula using response surface methodology	이현민, 양성용, 이광원	한국, 대구
14	International Packaging Conference	Packaging Design of Powdered Infant Formulae for Meeting the Required Shelf Life	이동선	인도네시아, 발리
15	The 6th International Conference on Food Factors(ICoFF) 2015	Microbiological quality and prevalence of pathogenic bacteria in commercial powdered infant formula	조태진, 문혜리, 권오창, 김남희, 김혜원, 이나영, 이민석	한국, 서울
16	4th Asia-Pacific International Food Safety Conference & 7th Asian Conference on Food and Nutrition	Nitrite Production of Sporeforming Bacteria and Their Impact on Safety of Powdered Infant Formula	조태진, 이민석	말레이시아, 페낭
17	2016 한국식품과학회 국제학술대회 및 정기총회	Changes in Microbial Composition of Powdered Infant Formula along the Actual Manufacturing Process	권오창, 조태진, 김남희, 이나영, 문혜리, 이민석	한국, 대구

번호	회의명칭 및 발표일시	제목	발표자	장소
18	한국식품영양과학회	Intestinal Health Improvement Effects of Probiotics and Prebiotics Mixture in Weaning Pigs	채정민, 허완, 이민석, 이광원, 이동선, 권정일, 오준구, 김영준	한국, 제주
19	2017 한국포장학회 제52회 학술대회	분유의 산화적 품질 변화에 대한 산화 방지 포장재의 효과	조민경, 안덕순, 이동선	한국, 익산
20	2015 한국포장학회 제48회 학술대회 및 정기총회	수출용 조제분유의 흡습특성 파악 및 방습포장조건 설정	안덕순, 이동선	한국, 제주
21	Asian Packaging Network General Meeting 2015	Estimating Response of Modified Atmosphere Package of Powdered Infant Formula to Different Marketing Condition	이동선	태국, 방콕
22	2016 한국포장학회 제50회 학술대회 및 정기총회	산화도에 기준한 조제분유의 유통기한 설정모델 개발	이지혜	한국, 제주

6. 인력양성

분류	기준년도	인력양성현황											
		학위별				성별		분야별					
		박사	석사	학사	기타	남	여	어학	공학	농림수산학	의약보건학	인문사회	기타
인력양성	2016	2	2			2	2		4				
	2017		6	1		2	3		5				

*고용창출 3건(협동기관 연구원 주관기관인 매일유업에 고용)포함.

7. 홍보실적

분류	매체명	제목	홍보일	국내/국외	홍보유형
홍보실적	Sina 외 19개 식품/육아관련 온라인 뉴스, 잡지, 신문사	매일아시아 모유연구소 심포지움	2015.11.25.	국외	기타

8. 사업화 성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	260 억원	
			향후 3년간 매출	800 억원 목표	
		관련제품	개발후 현재까지	- 억원	
			향후 3년간 매출	- 억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : - % 국외 : 약 0.1~2%	
			향후 3년간 매출	국내 : - % 국외 : 1% 목표	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : - % 국외 : - %	
			향후 3년간 매출	국내 : - % 국외 : - %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			확인 불가
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			중국내 Top 100 brand 목표

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2년		
	소요예산(백만원)		약 1,000(개발비용 및 부대비용)		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			260	800	1,500
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	-	-
국외		0.1~0.2%	1%	5%	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		조제분유 배합비등록법으로 많은 수의 brand를 개발할 수 없지만 2개 brand를 추가적으로 더 개발할 계획이다.			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	-	-	-	
	수 출	260	800	1,500	

2차년도(2016년)에 개발한 '애사락금전명작'이 해당년도에 223억원의 매출을 달성하였지만, 3차년도(2017년)에는 THAAD의 영향으로 매출실적이 약 37억원으로 매우 저조한 실적을 거두었지만, 올해 '애사락명작'이라는 brand로 배합비 등록이 확정되었기 때문에, 차기년도부터 판매가 증진될 것으로 판단된다. 또한 3차년도에 추가적으로 개발한 '희안훈 훈우'의 제품의 경우 2018년도 하반기부터 판매할 예정이므로 앞으로도 수출이 매우 증가할 것으로 판단된다.

부가적으로 과제를 통해서 협동기관의 연구원을 고용함으로써 고용창출에 기여하였다.

9. 기술요약정보

구분	핵심기술명	요약내용 국내외 경쟁사 기술 및 제품과의 규격, 성능, 정밀도 등 사양비교를 통한 우월성 등 서술(기술개발 의의)	기술완성도 및 활용유형	핵심기술 수준	비고 (등록·기탁번호 등)
①	중국 안전성 관련 모니터링 및 제품 분석 DB구축	- 매일유업 자체 시스템을 구축하여 안전성 모니터링 결과와 LIMS 시스템을 이용한 제품 LOT별 영양, 안전성 분석 DB 구축 시스템화	현장 적용	국내 기술개선	-
②	중국 모유 분석 DB 구축	- 국내 최초로 중국 현지 수유부 대상 모유 분석 서비스 실시 및 분석 DB구축	제품 설계 적용	국내 최초	-
③	중국 소비자 대상 서비스 콘텐츠 개발	- 국내에서 제공하는 매일유업 '아시아모유연구소' 소비자 콘텐츠 4종을 중국 현지화하여 제공(교육목적)	제품화	국내 최초	-
④	중국 수출 제품군 구축	- 협동/위탁기관에서 수행한 연구결과에 대한 실증실험을 진행하였으며, 아시아모유 분석 연구결과를 적용하여 제품화 함	제품화	국내 기술개선	-
⑤	장내개선 및 면역 증강 기능성 강화를 위한 유산균 선별 및 검증	- 중국의 식품법규에서 허용된 유산균을 활용하여 생존율, 장내개선, 면역증진 검증을 통해 최적조건 탐색	아이디어 창안, 특허등록, 홍보	외국기술개선·개량	-
⑥	조제분유 생산공정 내 고온성 세균의 대사 제어 기술	- 주요 관리 대상 미생물 라이브러리 구축·활용 - 조제분유 생산공정 내 미생물 대사 특성 연구를 기반으로 한 살균 및 대사 제어 기술	아이디어 창안, 기술개발 완료/ 특허등록, 현장애로 해결	세계 최초	살균 기술 특허 (10-2016-0115626)
⑦	소비 단계의 미생물학적 위해 발생 원인 추적 결과 기반의 교차오염 예방 기술	- 교차오염 시뮬레이션 연구를 통한 소비 단계 위해 발생 원인 추적 - 교차오염 예방을 위한 스폰캡 디자인 적용	실용화단계/ 산업체이전(상품화), 홍보	외국기술개선·개량	-

9. 기술요약정보

구분	핵심기술명	요약내용 국내외 경쟁사 기술 및 제품과의 규격, 성능, 정밀도 등 사양비교를 통한 우월성 등 서술(기술개발 의의)	기술완성도 및 활용유형	핵심기술 수준	비고 (등록·기탁번호 등)
⑧	조제 분유의 당화산물 제어 공정조건 제시	- 조제분유 분무 건조 단계의 조건 조절을 통한 당화산물 생성 억제 - 조제분유의 중간 당화 산물 또는 최종 당화 산물을 효과적으로 억제할 수 있어, 조제분유, 가공 식품류, 유제품류 등과 같은 식품 산업 분야에 활용	특허만 신청/특허출원	국내 최초	제조 기술 특허 (10-2017-0173513)
⑨	중국 수출용 조제분유의 유통환경에 맞춘 포장 설계 및 유통기한설정 기술	- 중국 현지 11개 도시를 기준으로 유통기후 조건 조사(수증기 차단성 요구 수준 및 압력균형 포장조건 제시) - 유통온도 및 산소 농도에 따른 유통기한 제시(산소농도 2%, 유통온도 25℃이하가 효과적)	아이디어 창안, 기술개발 완료, 실용화단계/산업체이전(상품화), 현장애로 해결	외국기술개선·개량	-
⑩	수출시장에 적합한 품질유지 포장기술	- 변형기체포장/항산화성 포장에 따른 품질보존 향상 및 유통기한 연장효과: 고CO2 포장에 의한 probiotics수의 2배 증가, ascorbic acid 첨가 항산화성 포장의 산화도 약 40% 감소 효과	아이디어 창안, 기술개발 완료/현장애로 해결	외국기술개선·개량	-
⑪	품질관리 및 이력추적업무 전산화	품질관리 및 이력추적 데이터에 대한 정의 및 관련 자료를 동일하게 관리하여 감사 및 문제 발생시 원인 추적이 용이함	제품개발 활용 및 시스템 개발 완료	국내외 기술 개선·개량	-

4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06	
1절 목표달성도				
구분	담당	연구개발의 목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
1차 년도 (2015)	제 1세부 (매일유업)	아시아권 영·유아 영양·안전관리를 위한 통합 DB 구축	100%	○ 한·중 영·유아 영양권장량 비교분석 ○ 조제분유 품질·안전관련 법규, 국제 표준 및 검역 시스템 현황 조사
		중국 조제분유 시장 진출 및 진입 전략 체계화를 위한 현지 조사	100%	○ 중국 수유부 대상 현지 설문조사(2,000명) ○ 중국 조제분유 시장 조사 및 트렌드 분석 ○ 현지 유통제품의 기능성 및 영양성분 분석
		중국 모유 영양조성 학술 DB 구축	100%	○ 지역별, 식이별, 영·유아 월령별 중국 모유 영양 성분 분석
		건강기능성 강화 조제분유 시제품 생산	100%	○ 제 1협동 연구기관의 1차년도 연구결과를 반영한 probiotics 첨가 시제품 생산
		중국 소비자 전문 서비스 제공방안 수립	100%	○ 중국 소비자를 위한 서비스 콘텐츠 모색 및 현지 전문 서비스 방안 수립
	제 1협동 (고려대학교 김영준 교수)	조제분유 첨가 유산균의 생존율 강화 및 기능성 보존 기술 연구	100%	○ 유산균 조성물 개발 및 균주 특성 검토(생육특성, 생존율, 안정성 및 안전성, 장내 부착능 및 소화기관 환경 저항성 등)
	제 2협동 (고려대학교 이민석 교수)	조제분유 생산-소비 전 단계 안전관리를 위한 위험요소 분석 및 제어전략 수립	100%	○ 조제분유 관련 위험요소의 분석사례 및 안전성 확보를 위한 기술 개발 현황 보고서 작성 및 주요·신규 위험요소 도출 ○ 조제분유 생산단계 주요 위험요소 위해 정보서 개발
	제 3협동 (고려대학교 이광원 교수)	조제분유 생산현장 분리균주의 특성연구 및 제어전략 수립	100%	○ 조제분유 주요 생산공정 단계별 미생물 모니터링 및 분리균주의 특성 연구 ○ 분리균주의 위해 특성 분석을 통한 주요 관리 대상균 선정
	제 4협동 (경남대학교 이동선 교수)	조제분유 생산단계 당화산물 생성 양상 및 영향 분석	100%	○ 조제분유 생산 공정 단계별 생성되는 당화산물 모니터링 ○ 인체멜라닌세포주의 당화산물 노출평가
	제 5협동 (경남대학교 이동선 교수)	중국 유통환경에 적합한 제품의 포장 요구도 및 소단위 포장형태 조건 결정	100%	○ 중국 수출용 조제분유 유통환경 현황조사 ○ 중국 유통환경에 적합한 조제분유 제품의 포장 요구도 결정 ○ 소단위 포장의 크기와 조건 결정을 위한 수출국 소비자의 소비형태 조사

구분	담당	연구개발의 목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
제 1세부 (매일유업)		중국 조제분유 내수 시장 진입을 위한 STP 전략 수립	100%	○ 시장세분화, 타겟팅, 포지셔닝 분석을 통한 전략 수립
		현지 중국인 모유분석에 기반으로 한 중국 영·유아 맞춤형 영양밸런스 체계 구축	100%	○ 현지 중국인 모유분석 ○ 모유영양조성 학술 DB 및 실험결과를 토대로 한 맞춤형 영양밸런스 체계 구축
		건강기능성 강화 조제분유의 2차 시제품 생산	100%	○ 3차년도 간이임상실험 수행을 위한 기능성 조제분유 시험생산
		중국 소비자 대상 전문 서비스 제공	100%	○ 정립된 방안 기반의 중국 소비자 서비스 제공
2차 년도 (2016)	제 1협동 (고려대학교 김영준 교수)	동물실험을 통한 조제분유 첨가 유산균의 영·유아 장내개선 및 면역증강 효과 연구	100%	○ 이유자돈을 통한 생육, 장내균총 및 면역력 개선효과 확인 ○ 설치류 colitis 유도 모델을 이용한 장내개선 및 면역력 기능성 확인
	제 2협동 (고려대학교 이민석 교수)	관계법령 및 현장 제조라인을 고려한 중국시장 맞춤형 조제분유 미생물 제어기술 개발	100%	○ 주요 관리 대상균의 생장·대사 제어를 위한 항균 기능성 물질 활용 기술 개발 ○ 공정 시스템 혁신을 위한 미생물 제어 신기술 개발 및 도입 전략 수립
	제 3협동 (고려대학교 이광원 교수)	당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발	100%	○ 분유모델시스템 구축 및 생산단계 당화산물 생성 양상 분석 ○ 분유모델시스템에 기반으로 한 조제분유 내 당화산물 제어 기술 개발
	제 4협동 (경남대학교 이동선 교수)	중국 수출용 조제분유 포장설계 및 수출국 소비자 안심 포장 연구	100%	○ 중국 수출용 조제분유 포장 설계·특성 평가 ○ 포장 보호성·기능성에 따른 저장유통기한 결정 ○ 수출국 유통포장에서의 안전성 위험요소 파악 및 관련 규제 조사
	제 5협동 (주) 인터페이스)	ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산·유통단계 품질·안전관리 시스템 개발	100%	○ 배합 표준프로그램 개발 및 사용자 인터페이스 설계 ○ As-Is 프로세스 분석 및 To-Be 프로세스 설계 기반 출고 인증시스템 및 DB 구축 ○ 생산이력 관리 DB 구축 및 시스템 개발

구분	담당	연구개발의 목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
		중국 수출에 전문화된 조제분유 개발 5P 전략 수립 (5P: Product, Price, Place, Promotion, People)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 수출에 전문화된 제품 개발 전략 수립 ○ 포지셔닝 전략에 부합되는 가격 전술 구축 ○ 유통경로 및 환경을 고려한 전략 수립 ○ 마케팅 커뮤니케이션(IMC) 개발 ○ 중국 마케터 육성 전략 수립
	제 1세부 (매일유업)	대중국 수출전략 형 프리미엄 조제분유 제품개발 및 제품군 구축	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국의 식이습관 및 유통환경을 고려한 중국 영·유아 맞춤형 조제분유 개발 ○ 종합적인 연구개발 기술 적용을 통한 제품 설계 및 실효성 검증 ○ 중국형 조제분유 전문 제품군 구축(연령별, 단계별)
		중국 소비자 대상 민간 서비스 제공을 통한 국내 브랜드 인지도 향상	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 서비스 제공에 따른 중국 내 소비자 대상 인지도 상승 효과 평가
3차 년도 (2017)	제 1협동 (고려대학교 김영준 교수)	간이임상실험 대체를 위한 이유자돈의 장내개선 및 면역증강 효능 검증	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 외부로의 시료 반출 및 수거가 어려운 요건을 보완 ○ 실제 조제분유 내 첨가하는 비율로 조정하여 수행한 장내개선 및 면역증강 효능 검증
	제 2협동 (고려대학교 이민석 교수)	조제분유의 생산-소비 전 단계 대상 안전관리 시스템 확립	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 생산단계 미생물학적 안전관리 시스템 구축 ○ 조제분유 소비단계 미생물학적 안전성 확보 전략 제공
	제 4협동 (경남대학교 이동선 교수)	개발포장의 실증시험 및 최적화	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장단위별 구성/사용 방법 최적화 및 소비자 기호도 조사 ○ 편리하고 안전한 포장 디자인 개발 (Tamper-Proof Packaging) ○ 개발포장의 현지 유통 실증시험
	제 5협동 (주) 인터페이스)	품질안전관리 시스템 현장 적용성 평가 및 최적화	100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배합 표준프로그램의 실 데이터 가공결과 분석 및 적용성 평가 ○ 출고 인증 시스템의 업무 적용성 평가·보완 ○ 생산이력관리 시스템 시험가동 및 최적화 ○ 시스템 산출물 관리 방안 마련

2절 관련분야 기여도

분야	기여 내용
대중국 조제분유 수출 전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 수출전략 자료와 비교하여 한국 조제분유의 기술적, 자본적인 상황에 맞게 전략을 갖추었기 때문에 조제분유 뿐만 아니라 한국의 유제품 수출에 기여할 수 있을 것으로 판단됨.
대중국 맞춤형 조제분유 제품군 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국의 안전성, 학술적, 영양학적 DB구축을 통한 제품개발을 실시하였으며 기능성(장내환경개선) 측면에도 과학적인 근거를 마련하는 등 대중국 수출을 위한 제반적인 요구사항에 맞춘 제품개발을 할 수 있도록 방향성을 제시함.
조제분유의 기능성 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 내 조제분유에 첨가 가능한 균주를 대상으로 생육을 증진시키기 위한 탄수화물 조성을 확인함. 이유자돈 및 설치류 colitis 유도 모델을 이용하여 기능성과 그 작용 기작을 검증함으로써 조제분유 소재의 기능성 강화에 기여함.
조제분유의 화학적 위험요소 관리 및 안전관리 전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 공정별 화학적 위험요소 생성 양상 확인 및 분석을 통한 과학적이고 체계적인 관리 모델을 구축을 하였으며, 최적화된 공정 조건 설정 및 첨가물을 통한 위험요소 저감화 기술을 이용하여 화학적 위험요소에 대한 안전관리 기여함.
조제분유의 미생물학적 위험요소 관리 및 안전관리 전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 안전관리 위험요소 관련 정보의 종합 분석을 통해 관련 위해 정보 및 제공 기반에 대한 보완 필요점을 도출하였으며, 주요 위험요소의 종합 정보 자원을 제공하기 위한 risk profile을 신규 제작하여 관련 업계 종사자의 인식 개선 및 관련 지식 수준 향상에 기여하였음. ○ 조제분유 생산 환경 분리균주 중 중국 수출용 조제분유 제조 시 필수적으로 제어가 필요한 위험요소와 연계된 특성을 보유한 분리균주 균을 선별하였으며, 해당 균주 라이브러리를 이용한 공정 조건 개선에 기여하였음. ○ 중국 수출용 조제분유에 적용 가능한 살균 원천 기술을 개발하고, 완제품 대상 미생물 제어 기술의 적용성 평가를 통해 미생물학적 안전 관리 기반 강화에 기여하였음. ○ 소비자의 조제분유 제품 취급 시 발생할 수 있는 교차오염에 대한 연구를 통해 소비 단계의 미생물학적 위해관리 필요성을 시사하였으며, 관련 업계 종사자 및 소비자의 인식 개선 및 관련 지식 수준 향상에 기여하였음.

분야	기여 내용
조제분유 포장 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 주요도시의 기후정보 분석을 통해 유통환경을 고려한 포장조건을 제시할 수 있는 연구 기반을 마련하였음. ○ 중국 수출 시 지리적 조건을 고려하여 이산화탄소 및 질소 농도를 적절히 조절하여 조제분유 포장에 적용 시 포장의 안전성 확보에 기여하였음. ○ 산화방지와 bifidobacteria 생존 향상의 효과를 갖는 고 이산화탄소 농도 변형기체포장은 현장 검토를 통해 제품 포장에 활용 가능함. ○ 편의성과 안전성을 확보하는 포장디자인 방법으로 universal design이 조제분유에 포장에 적용 가능함. ○ 다공성 여과봉지와 산소 흡수제를 끈으로 연결한 편의성 포장은 산소농도 제어로 조제분유 산화 억제에 기여하였음.
ICT 기술을 적용한 조제분유 제품 관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 배합프로그램의 개발로 이전 프로세스가 개선되고, 최적화된 관리 시스템의 사용은 정보의 표준화와 데이터 관리 기능을 개선하여 업무단계와 관리단계에서의 품질향상과 안정적인 프로세스 관리에 기여하였음. ○ 기존 출고 인증 시스템의 분석을 통하여 도출된 개선사항을 반영하여 새로운 시스템을 설계, 구축하였으며, 이는 GMP 생산과 품질관리에 기여하고, 출고 인증 표준화 프로세스를 기반으로 한 관리 시스템을 통하여 각 정보의 체계적인 관리 및 조회에 기여하였음. ○ 수출국(중국)의 품질보증체계를 반영한 생산이력 정보의 데이터베이스를 모델링하고, 데이터베이스를 구성하였으며, 이는 중국의 생산 이력 정보 요구사항에 대응할 수 있도록 기여하였음. ○ 생산이력 정보를 항목화하고, 조회기준을 부여하며, 하나의 완제품 룯트에 원료/반제품/완제품/유통의 정보가 입력 될 수 있는 구조를 사용하여 체계적인 정보의 조회와 관리에 기여하였음.

5장 연구결과의 활용계획

		코드번호	D-07
연구 범위	연구 성과	활용계획	
국내 조제분유의 해외시장 공략을 위한 대중국 수출전략 수립	○ 중국 수출용 조제분유의 안전성모니터링 DB 축적	○ 국내외 주요 매체 및 기관의 자료 모니터링을 통해 중국의 조제분유 및 식품 관련 정책의 흐름과 이슈를 파악할 수 있는 정보 기반을 제공하였음.	
	○ 중국 조제분유 내수 시장 진입 전략과 중국 수출에 전문화된 조제분유 개발 전략 수립	○ 중국 시장 진출 및 진입을 위한 시장세분화, 표적고객 집단을 파악하여 한국 기업의 포지셔닝 설정에 활용하였음. ○ 중국 조제분유 시장 진출 시 실행 가능한 제품 전략적 방향을 포지셔닝 전략에 근거하여 프리미엄 제품군으로 설정하였음. 제품가격에 따른 중국소비자들이 수용 가능한 가격의 범위를 살펴보고 현실성 있는 제품가격전략을 수립하였음.	
중국 영유아 맞춤형 프리미엄 조제분유 제품 개발 및 전문 제품군 구축	○ 현지 중국인 모유분석에 기반으로 한 중국 영·유아 맞춤형 영양밸런스 체계 구축	○ 중국의 모유 학술적 분석과 매일유업의 한국의 모유연구 분석 결과를 통한 단백질, 지방, 유당, 루테인의 함량 DB화와 제품설계의 근거를 통해 제품 설계하여 2016.07월 출시하였음.	
수출국에 전문화된 서비스 방안 수립 및 민간 서비스 제공	○ 중국 소비자 대상 전문 서비스 제공	○ 총 4가지 서비스 콘텐츠(아기똥 솔루션, 아기 민감도 테스트, 모유 수유 솔루션, 아기영양 셀프 진단)를 'absocn.com'에 제공완료 하였음.	
영유아 장내개선 및 면역증강을 위한 건강기능성 강화기술 개발	○ 유산균 조성물의 장관생존 적합성 확인	○ 유산균 및 올리고당의 생존을 강화를 위한 다양한 조합을 검토하여 유산균과 올리고당의 배합 비율을 선정. ○ 유산균의 생존율이 강화된 다양한 제품군 개발에 활용 가능.	
	○ 이뮤자돈 및 설치류 colitis 유도 모델을 이용한 장내개선 및 면역력 증강 기능성 검증	○ 유산균의 기능성 검증 및 작용 기작을 확인하였음. ○ 조제분유 및 다양한 면역 증강 기능성, colitis 예방용 제품 개발에 활용 가능함.	

연구 범위	연구 성과	활용계획
<p>대중국 수출용 조제분유의 생산단계 안전성 확보 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대중국 수출용 조제분유의 신규 미생물학적 위험요소에 대한 위해 기술서 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유의 안전관리 관련 종사자를 대상으로 위해 기술서를 배포하여 위험요소 인지도 향상을 통한 안정적 위해 관리 방안을 마련하였음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 제조 공정별 미생물 모니터링 및 분리균주의 위해 특성 연구를 통해 새로운 안전관리 대상균 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미생물 모니터링 결과 및 분리균주의 특성 연구 결과의 학술 논문 및 국제 학술대회 발표를 수행하였음. ○ 새롭게 확보된 안전관리 대상균은 미생물 라이브러리로 관리하여 위해 예측 연구에 활용하였으며, 주요 위해 특성에 대한 심층 연구를 통해 향후 지속적인 효과적인 위해 관리 전략 개선을 수행하고 있음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 생산공정에 적용 가능한 살균 원천 기술 개발 및 완제품 미생물 제어 기술의 도입 전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제에서 도출된 조제분유 생산공정 중 주요 관리 대상균에 대한 항균 기능성 물질 활용 원천 기술에 대한 특허를 출원 및 등록하였으며, 적용 대상 공정 단계 및 조건에 따른 최적화 작업을 통해 기술을 활용할 수 있도록 하였음. ○ 신규 개발된 미생물 제어 기술에 대한 학술 논문 및 국제 학술대회 발표를 수행하였음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 생산단계의 미생물학적 안전관리 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대중국 수출용 조제분유 제조 공정의 각 위험요소별 주요 관리점에 본 과제의 연구 결과를 기반으로 도출된 안전관리 전략을 적용하였음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 소비단계 미생물학적 안전성 확보 전략 제공 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소비자의 조제분유 취급 과정에서 발생 가능한 미생물학적 위해에 대한 학술 논문 및 국제 학술대회 발표를 수행하고, 도출된 시사점에 대한 소비자 대상 정보 전달을 통한 인지도 향상 등 안전관리 향상 전략 마련에 활용할 계획임.

연구 범위	연구 성과	활용 계획
<p>조제분유 생산단계 당화산물 생성 제어를 통한 품질관리 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생산단계 당화산물 생성 양상 및 영향 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 당화산물 모니터링을 통하여 조제분유 생산 공정 중 당화산물이 생성되는 단계 확인 및 제어 관리 적용.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분유모델시스템의 Lab-scale 모델 개발 및 실험실단위 분무건조 의 적합성 확인 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 당화산물의 함량이 높은 항목의 유당과 유단백질 배합 비율을 기준으로 하여 설계한 분유모델시스템을 통하여 당화산물 저감연구의 모델로 이용 가능함.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분유모델시스템을 활용한 공정상에서 당화산물 저감 방안 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ inlet temperature, pump rate, aspirator rate의 조건에 따른 당화산물 생성정도를 확인을 통하여 설정 범위 내에서 당화산물의 값이 가장 저감화 되는 최적 조건을 확립하였음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분유모델시스템을 활용해 첨가물을 이용한 당화산물 저감 방안 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반응표면분석 통계 기법(RSM 통계 기법)을 이용하여 Vit B6 (pyridoxine hydrochloride), L-카르니틴(L-Carnitine), Vit E (dl-α-tocopheryl acetate)에 대한 최적 농도값을 확인하였으며 이를 바탕으로 새로운 분유모델에 이용 가능함. ○ 반응표면분석 통계 기법을 이용하여 다중 변수에 대한 당화반응을 측정하고 조제분유 내 당화산물 생성을 최소화할 수 있는 저감 조건을 선정하였음.

연구 범위	연구 성과	활용 계획
<p>유통단계 안전성 및 소비자 편의 확보를 위한 수출용 조제분유 포장 전략 연구</p>	<p>○ 중국 유통환경에 적합한 제품 포장 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장 내 평형 조건에서 이산화탄소 수지식과 기체상태방정식을 이용하여 정립된 압력 예측 모델은 수출시장의 고도와 온도의 조합에 따른 이산화탄소 치환 정도를 결정하는데 활용하고자 함. ○ 관련 내용으로 학술대회 3편, 논문 3편 발표를 통하여 홍보하였고, 앞으로 관련 학술행사 및 서적에 발표할 예정임.
	<p>○ 판매 확대를 위한 소단위 포장형태 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과산화물가 증가에 기준한 유통기한 모델 정립은 포장 및 유통조건 설계에 활용 가능 ○ Ascorbic acid 첨가 필름으로 이산화탄소 치환 포장을 하면 지방산화 억제와 높은 bifidobacteria 수를 얻는 이점을 가지므로 소단위 포장형태에 적용 가능. ○ 고CO2 포장은 추가적인 검토를 통하여 소단위 형태에서 적용하고, 성인 및 노인식 분유 포장에도 적용 가능성을 모색. ○ 관련 내용으로 학술대회 4편, 논문 3편(진행중) 발표를 통한 홍보.
	<p>○ 수출국 소비자 안심 포장연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전성 위해요소 파악 및 식품위생적 규제와 제조물 책임법 관련 규제 조사를 통해 향후 중국 수출용 조제분유의 안전성 확보 가능. ○ 다공성 여과봉지와 산소흡수제를 끈으로 연결한 포장 개발은 조제분유의 편의성 제공 형태로 활용 가능. ○ 관련 내용으로 실용신안 출원, 참여기업의 기술지도 및 정보 활용.

연구 범위	연구 성과	활용 계획
ICT 융합연구를 통한 조제분유 생산유통단계 품질안전관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 배합 정보 관리 프로세스상의 문제점 개선 및 표준화 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조제분유 배합 표준프로그램의 개발로 배합 정보의 이력관리 기능이 추가되고, 국가별 성분 기준 관리가 추가되는 등 개선, 개발된 시스템을 통하여 제품 품질 향상 및 안전성의 확보가 가능해졌음. ○ 전자정부 프레임워크를 사용한 웹 기반의 플랫폼은 다양한 웹브라우저에서도 동일하게 작동되어 접근성을 크게 향상시켰음.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 출고 인증 프로세스의 표준화 및 관리 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존의 출고 인증 관련 업무가 개선되고, 출고인증에 대한 다양한 정보가 축적되며 이에 관련된 문서의 유통과 확인 단계가 표준화 되어 출고인증 프로세스의 효율적인 관리가 가능함.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출국에 최적화된 생산이력제 시스템 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 수출국의 규정 및 기준이 반영되어 있는 시스템의 사용으로 해당 기준의 적용이 원활하게 이루어질 수 있도록 함. ○ 생산이력 정보를 세부 카테고리로 구분하고 조제분유의 제조번호 및 로트번호의 기준으로 이력정보를 조회하게 되며, 이를 통하여 생산 이력정보를 체계적으로 관리할 수 있는 기반을 마련하였음.

6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
○ 해당사항 없음	

7장 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
○ 해당사항 없음	

8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

					코드번호	D-10		
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
해당사항 없음								

9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
○ 해당사항 없음	

10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	지오바실러스 스테아로써모필러스에 대한 살균용 조성물 및 이를 이용한 살균방법	고려대학교 산학협력단	-	대한민국	-	2016.09.08 (출원) 2017.12.15 (등록)	단독사사	-
2	특허	L-카르니틴 또는 비타민을 포함하는 당화산물 억제용 식품 조성물	고려대학교 산학협력단	-	대한민국	-	2016.09.30	단독사사	-
3	기타 (실용 신안)	일회용 조제분유 포장재	경남대학교 산학협력단	-	대한민국	-	2016.09.26	단독사사	-
4	논문	Anti-inflammatory effect of sugar-amino acid Maillard reaction products on intestinal inflammation model in vitro and in vivo	고려대학교 산학협력단	교신저자	Carbohydrate Research	2.096	2017.09.08	중복사사	SCI
5	논문	The In vitro Effects of Nano-encapsulated Conjugated Linoleic Acid on Stability of Conjugated Linoleic Acid and Fermentation Profiles in the Rumen	고려대학교 산학협력단	교신저자	Asian-Australa sian Journal of Animal Science	0.756	2016.02.24	중복사사	SCI

11장 기타사항

코드번호	D-13
○ 해당사항 없음	

12장 참고문헌

코드번호	D-14
Adekunte, A, et al. "Resistance of Cronobacter Sakazakii in Reconstituted Powdered Infant Formula During Ultrasound at Controlled Temperatures: A Quantitative Approach on Microbial Responses." <i>International journal of food microbiology</i> 142.1 (2010): 53-59.	
Al-Holy, Ma, et al. "Evaluation of a New Enrichment Broth for Detection of Cronobacter Spp. In Powdered Infant Formula." <i>Journal of food protection</i> 74.3 (2011): 387-93.	
Al-Holy, Ma, et al. "Thermal Resistance, Survival and Inactivation of Enterobacter Sakazakii (Cronobacter Spp.) in Powdered and Reconstituted Infant Formula." <i>Journal of food safety</i> 29.2 (2009): 287-301.	
Al-Holy, Murad A, Luis F Castro, and HM Al Qadiri. "Inactivation of Cronobacter Spp.(Enterobacter Sakazakii) in Infant Formula Using Lactic Acid, Copper Sulfate and Monolaurin." <i>Letters in applied microbiology</i> 50.3 (2010): 246-51.	
Almeida, Carina, et al. "Development and Application of a Novel Peptide Nucleic Acid Probe for the Specific Detection of Cronobacter Genomospecies (Enterobacter Sakazakii) in Powdered Infant Formula." <i>Applied and environmental microbiology</i> 75.9 (2009): 2925-30.	
Al-Nabulsi, Anas A, et al. "Inactivation of Cronobacter Sakazakii in Reconstituted Infant Milk Formula by Plant Essential Oils." <i>Journal of Applied Botany and Food Quality</i> 88.1 (2015).	
Al-Nabulsi, Anas A, et al. "Influence of Desiccation on the Sensitivity of Cronobacter Spp. To Lactoferrin or Nisin in Broth and Powdered Infant Formula." <i>International journal of food microbiology</i> 136.2 (2009): 221-26.	
Amalaradjou, Mary Anne Roshni, Thomas A Hoagland, and Kumar Venkitanarayanan. "Inactivation of Enterobacter Sakazakii in Reconstituted Infant Formula by Trans-Cinnamaldehyde." <i>International journal of food microbiology</i> 129.2 (2009): 146-49.	
Arku, Benedict, et al. "Enterobacter Sakazakii Survives Spray Drying." <i>International journal of dairy technology</i> 61.1 (2008): 102-08. Print	
Awaisheh, Saddam S, et al. "Inhibition of Cronobacter Sakazakii by Heat Labile Bacteriocins Produced by Probiotic Lab Isolated from Healthy Infants." <i>Journal of food science</i> 78.9 (2013).	
Back, Seung-Youb, Hyun-Ho Jin, and Sun-Young Lee. "Inhibitory Effect of Organic Acids against Enterobacter Sakazakii in Laboratory Media and Liquid Foods." <i>Food Control</i> 20.10 (2009): 867-72.	
Baydar, Terken, et al. "Aflatoxin B1, M1 and Ochratoxin a Levels in Infant Formulae and Baby Foods Marketed in Ankara, Turkey." <i>Journal of Food and Drug Analysis</i> 15.1 (2007): 89.	
Birlouez-Aragon, Ines, et al. "Assessment of protein glycation markers in infant formulas." <i>Food Chemistry</i> 87.2 (2004): 253-259.	
Büser, W., H. F. Erbersdobler, and R. Liardon. "Identification and determination of N-ε-carboxymethyllysine by gas-liquid chromatography." <i>Journal of Chromatography A</i>	

387 (1987): 515–519.

- Carignan, Courtney C, et al. "Estimated Exposure to Arsenic in Breastfed and Formula-Fed Infants in a United States Cohort." *Environmental health perspectives* 123.5 (2015): 500.
- Cetinkaya, Esin, et al. "Comparison of Methods for the Microbiological Identification and Profiling of Cronobacter Species from Ingredients Used in the Preparation of Infant Formula." *Molecular and cellular probes* 27.1 (2013): 60–64.
- Chávez-Servín, Jorge L., Ana I. Castellote, and M. Carmen López-Sabater. "Analysis of potential and free furfural compounds in milk-based formulae by high-performance liquid chromatography: evolution during storage." *Journal of Chromatography A* 1076.1 (2005): 133–140.
- Chávez-Servín, Jorge L., Ana I. Castellote, and M. Carmen López-Sabater. "Evolution of potential and free furfural compounds in milk-based infant formula during storage." *Food research international* 39.5 (2006): 536–543.
- Chen, Fei, et al. "Immunochromatographic Strip for Rapid Detection of Cronobacter in Powdered Infant Formula in Combination with Silica-Coated Magnetic Nanoparticles Separation and 16s Rrna Probe." *Biosensors and Bioelectronics* 61 (2014): 306–13.
- Chen, Wanyi, et al. "Development of a Pcr Assay for Rapid Detection of Cronobacter Sakazakii from Powdered Infant Formula Using a Target Sequence Identified by Comparative Genomic Analysis." *Journal of Food Safety* 35.3 (2015): 378–84.
- CHEN, Wan-yi, et al. "The Gyrb Gene Sequence Analysis for Phylogenetic Analysis of Cronobacter Sakazakii from Infant Formula Powder." *Food Science and Technology* 6 (2013): 014.
- Chen, Yi, et al. "Development of an Improved Protocol for the Isolation and Detection of Enterobacter Sakazakii (Cronobacter) from Powdered Infant Formula." *Journal of food protection* 73.6 (2010): 1016–22.
- Chen, Yi, et al. "Evaluation of a Revised Us Food and Drug Administration Method for the Detection and Isolation of Enterobacter Sakazakii in Powdered Infant Formula: Precollaborative Study." *Journal of AOAC international* 92.3 (2009): 862–72.
- Choi, MJ, et al. "New Decontamination Method Based on Caprylic Acid in Combination with Citric Acid or Vanillin for Eliminating Cronobacter Sakazakii and Salmonella Enterica Serovar Typhimurium in Reconstituted Infant Formula." *International journal of food microbiology* 166.3 (2013): 499–507.
- Chuchu, Nancy, et al. "The Aluminium Content of Infant Formulas Remains Too High." *BMC pediatrics* 13.1 (2013): 162.
- Codex Alimentarius. 1991. Guidelines for Formulated Complementary Foods for Older Infants and Young Children (CAC/GL 8-1991). Available at:
http://files.foodmate.com/2013/files_1359.html
- Codex Alimentarius. 1997. Advisory Lists of Nutrient Compounds for Use in Foods for Special

- Dietary Uses intent (CAC/GL 10-1979). Available at:
http://files.foodmate.com/2013/files_1361.html
- Codex Alimentarius. 2008. Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae for Infants and Young Children (CAC/RCP 66-2008). Available at:
http://files.foodmate.com/2013/files_1885.html
- Codex Alimentarius. Standard for Infant Formula and Formulas for Special Medical Purposes Intended for Infants (CODEX STAN 72-1981). 1981. Available at:
http://files.foodmate.com/2013/files_1195.html
- David, Oluwole Moses, Rotimi Christopher Falegan, and OA Oluyeye. "Pattern of Breastfeeding and Occurrence of Cronobacter Sakazakii in Infant Formula Sold in Ekiti State, Nigeria." Shiraz E-Medical Journal 14.1 (2013): 21-34.
- Day, James B, et al. "Survival of Salmonella Typhi and Shigella Dysenteriae in Dehydrated Infant Formula." Journal of food science 76.6 (2011).
- Dittrich, Ralf, et al. "Concentrations of N ϵ -carboxymethyllysine in human breast milk, infant formulas, and urine of infants." Journal of agricultural and food chemistry 54.18 (2006): 6924-6928.
- Edelson-Mammel, Sharon G, Mary K Porteous, and Robert L Buchanan. "Survival of Enterobacter Sakazakii in a Dehydrated Powdered Infant Formula." Journal of food protection 68.9 (2005): 1900-02.
- EFSA. 2017. Food Safety Concerns for Children Under Five. Available at:
<https://www.foodsafety.gov/risk/children>
- El-Gamal, M, et al. "Incidence and Interrelation of Cronobacter Sakazakii and Other Foodborne Bacteria in Some Milk Products and Infant Formula Milks in Cairo and Giza Area." World Appl Sci J 26.9 (2013): 1129-41.
- Elmhiri, Ghada, et al. "Formula derived advanced glycation end products are involved in the development of long term inflammation and oxidative stress in kidney of IUGR piglets." Molecular nutrition & food research 59.5 (2015): 939-947.
- Er, B, B Demirhan, and G Yentür. "Investigation of Aflatoxin M 1 Levels in Infant Follow-on Milks and Infant Formulas Sold in the Markets of Ankara, Turkey." Journal of dairy science 97.6 (2014): 3328-31.
- FDA. 2014. FDA Takes Final Step on Infant Formula Protections. Available at:
<https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm048694.htm>
- Feeney, Audrey, and Roy D Sleator. "Functional Screening of the Cronobacter Sakazakii Baa-894 Genome Reveals a Role for Prop (Esa_02131) in Carnitine Uptake." Bioengineered 6.3 (2015): 161-65.
- Fei, Peng, et al. "Genotyping and Source Tracking of the Cronobacter Sakazakii and C. Malonaticus Isolated from Powdered Infant Formula and an Infant Formula Production

Factory in China." *Applied and environmental microbiology* (2015): AEM. 01390-15.

Fenaille, Francis, et al. "Modifications of milk constituents during processing: A preliminary benchmarking study." *International Dairy Journal* 16.7 (2006): 728-739.

Ferrer, Emilia, et al. "High-performance liquid chromatographic determination of furfural compounds in infant formulas during full shelf-life." *Food Chemistry* 89.4 (2005): 639-645.

Fricke-Feer, C, et al. "Evaluation of Three Commercially Available Real-Time Pcr Based Systems for Detection of Cronobacter Species." *International journal of food microbiology* 146.2 (2011): 200-02.

Gapper, LW, et al. "Determination of Nitrite and Nitrate in Dairy Products by Ion Exchange Lc with Spectrophotometric Detection." *International dairy journal* 14.10 (2004): 881-87.

Guillaume-Gentil, O, et al. "A Simple and Rapid Cultural Method for Detection of Enterobacter Sakazakii in Environmental Samples." *Journal of Food Protection* 68.1 (2005): 64-69.

Gurtler, Joshua B, and Larry R Beuchat. "Growth of Enterobacter Sakazakii in Reconstituted Infant Formula as Affected by Composition and Temperature." *Journal of food protection* 70.9 (2007): 2095-103.

Gurtler, Joshua B., and Larry R. Beuchat. "Inhibition of Growth of Enterobacter Sakazakii in Reconstituted Infant Formula by the Lactoperoxidase System." *Journal of food protection* 70.9 (2007): 2104-10.

Gurtler, Joshua B., and Larry R. Beuchat. "Survival of Enterobacter Sakazakii in Powdered Infant Formula as Affected by Composition, Water Activity, and Temperature." *Journal of food protection* 70.7 (2007): 1579-86.

Ha, Jae-Won, and Dong-Hyun Kang. "Synergistic Bactericidal Effect of Simultaneous near-Infrared Radiant Heating and Uv Radiation against Cronobacter Sakazakii in Powdered Infant Formula." *Applied and environmental microbiology* 80.6 (2014): 1858-63.

Hariri, Sumyya, Susan Joseph, and Stephen J Forsythe. "Cronobacter Sakazakii St4 Strains and Neonatal Meningitis, United States." *Emerging infectious diseases* 19.1 (2013): 175.

Health Canada. 2012. Infant formula. Available at:
<http://healthycanadians.gc.ca/healthy-living-vie-saine/infant-care-soins-bebe/formula-formule-eng.php>

Healy, B, et al. "Evaluation of an Automated Repetitive Sequence - Based Pcr System for Subtyping Enterobacter Sakazakii." *Journal of food protection* 71.7 (2008): 1372-78.

Hegele, Jörg, Timo Buetler, and Thierry Delatour. "Comparative LC - MS/MS profiling of free and protein-bound early and advanced glycation-induced lysine modifications in dairy products." *Analytica chimica acta* 617.1 (2008): 85-96.

Huertas, Juan-Pablo, et al. "Heat Resistance of Cronobacter Sakazakii Dpc 6529 and Its Behavior in Reconstituted Powdered Infant Formula." *Food Research International* 69 (2015): 401-09.

Hyeon, Ji-Yeon, et al. "Development of Multiplex Real-Time Pcr with Internal Amplification Control for Simultaneous Detection of Salmonella and Cronobacter in Powdered Infant

- Formula." *International journal of food microbiology* 144.1 (2010): 177-81.
- Iversen, Carol, et al. "Development of a Novel Screening Method for the Isolation of "Cronobacter" Spp.(Enterobacter Sakazakii)." *Applied and environmental microbiology* 74.8 (2008): 2550-53.
- Jang, Hye In, and Min Suk Rhee. "Inhibitory Effect of Caprylic Acid and Mild Heat on Cronobacter Spp.(Enterobacter Sakazakii) in Reconstituted Infant Formula and Determination of Injury by Flow Cytometry." *International journal of food microbiology* 133.1 (2009): 113-20.
- Javůrková, Barbora, et al. "Rapid Detection of Genus Cronobacter in Powdered Infant Formula Milk." *European Food Research and Technology* 234.6 (2012): 1099-104.
- Jin, You-Young, et al. "Comparison on Inactivation of Enterobacter Sakazakii, Salmonella Typhimurium, and Bacillus Cereus Inoculated on Infant Formula During Storage by Gamma Irradiation." *Food Science and Biotechnology* 17.4 (2008): 861-64.
- Johnson, Ojo Rotimi, and Olabode Oluwatosin Samson. "Research Article Analysis of Heavy Metals and Hydrocyanic Acid in Selected Infant Formula in Abuja, Federal Capital Territory of Nigeria."
- Jones, Jessica A, et al. "Nitrite and Nitrate Concentrations and Metabolism in Breast Milk, Infant Formula, and Parenteral Nutrition." *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 38.7 (2014): 856-66.
- Jongenburger, I, et al. "Actual Distribution of Cronobacter Spp. In Industrial Batches of Powdered Infant Formula and Consequences for Performance of Sampling Strategies." *International journal of food microbiology* 151.1 (2011): 62-69.
- Joseph, Susan, and Stephen J Forsythe. "Predominance of Cronobacter Sakazakii Sequence Type 4 in Neonatal Infections." *Emerging infectious diseases* 17.9 (2011): 1713.
- Juan, Cristina, et al. "Presence of Mycotoxin in Commercial Infant Formulas and Baby Foods from Italian Market." *Food Control* 39 (2014): 227-36.
- Kabak, Bulent. "Aflatoxin M 1 and Ochratoxin a in Baby Formulae in Turkey: Occurrence and Safety Evaluation." *Food Control* 26.1 (2012): 182-87.
- Kanungo, Lizy, and Sunil Bhand. "A Survey of Aflatoxin M1 in Some Commercial Milk Samples and Infant Formula Milk Samples in Goa, India." *Food and agricultural immunology* 25.4 (2014): 467-76.
- Kazi, Tasneem G, et al. "Determination of Toxic Elements in Infant Formulae by Using Electrothermal Atomic Absorption Spectrometer." *Food and chemical Toxicology* 47.7 (2009): 1425-29.
- Kim, Dong-Hyeon, et al. "Growth Inhibition of Cronobacter Sakazakii in Experimentally Contaminated Powdered Infant Formula by Kefir Supernatant." *Journal of food protection* 78.9 (2015): 1651-55.
- Kim, Hoikyung, et al. "Fate of Enterobacter Sakazakii Attached to or in Biofilms on Stainless

- Steel Upon Exposure to Various Temperatures or Relative Humidities." *Journal of food protection* 71.5 (2008): 940-45.
- Kim, Jung-Beom, et al. "Effect of Hot Water and Microwave Heating on the Inactivation of *Enterobacter Sakazakii* in Reconstituted Powdered Infant Formula and Sunsik." *Journal of Food Hygiene and Safety* 23.2 (2008): 157-62.
- Kim, Kyumson, et al. "Prevalence and Genetic Diversity of *Enterobacter Sakazakii* in Ingredients of Infant Foods." *International journal of food microbiology* 122.1 (2008): 196-203.
- Kim, SA, OY Kim, and MS Rhee. "Direct Application of Supercritical Carbon Dioxide for the Reduction of *Cronobacter Spp.*(*Enterobacter Sakazakii*) in End Products of Dehydrated Powdered Infant Formula." *Journal of dairy science* 93.5 (2010): 1854-60.
- Klenovics, Kristína Simon, et al. "Advanced glycation end products in infant formulas do not contribute to insulin resistance associated with their consumption." *PloS one* 8.1 (2013): e53056.
- Kocasari, Fatma Sahindokuyucu. "Occurrence of Aflatoxin M1 in Uht Milk and Infant Formula Samples Consumed in Burdur, Turkey." *Environmental monitoring and assessment* 186.10 (2014): 6363-68.
- Kong, Dezhao, et al. "Sensitive and Highly Specific Detection of *Cronobacter Sakazakii* Based on Monoclonal Sandwich Elisa." *Food and agricultural immunology* 26.4 (2015): 566-76.
- Koschinsky, Theodore, et al. "Orally absorbed reactive glycation products (glycotoxins): an environmental risk factor in diabetic nephropathy." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 94.12 (1997): 6474-6479.
- Koseki, Shigenobu, Nobutaka Nakamura, and Takeo Shiina. "Comparison of Desiccation Tolerance among *Listeria Monocytogenes*, *Escherichia Coli* O157: H7, *Salmonella Enterica*, and *Cronobacter Sakazakii* in Powdered Infant Formula." *Journal of food protection* 78.1 (2015): 104-10. Print
- Lampel, KA, and Y Chen. "Method for the Isolation and Detection of *Enterobacter Sakazakii* (*Cronobacter*) from Powdered Infant Formula." *International journal of food microbiology* 136.2 (2009): 179-84.
- Lee, Ju-Woon, et al. "Inactivation of *Enterobacter Sakazakii* of Dehydrated Infant Formula by Gamma-Irradiation." *Radiation Physics and Chemistry* 76.11 (2007): 1858-61.
- Lee, SY, and HH Jin. "Inhibitory Activity of Natural Antimicrobial Compounds Alone or in Combination with Nisin against *Enterobacter Sakazakii*." *Letters in applied microbiology* 47.4 (2008): 315-21.
- Lenati, Raquel F, et al. "Growth and Survival of *Enterobacter Sakazakii* in Human Breast Milk with and without Fortifiers as Compared to Powdered Infant Formula." *International journal of food microbiology* 122.1 (2008): 171-79.
- Li, Hui, et al. "Inhibitory Effects of D-Tryptophan on Biofilm Development by the Foodborne *Cronobacter Sakazakii*." *International Dairy Journal* 49 (2015): 125-29.

- Li, Mei, et al. "Increased accumulation of protein-bound N ϵ -(carboxymethyl) lysine in tissues of healthy rats after chronic oral N ϵ -(carboxymethyl) lysine." *Journal of agricultural and food chemistry* 63.5 (2015): 1658-1663.
- Ling, Na, et al. "A Novel Procedure on Vancomycin, Cephalothin and Sucrose for Isolation of Cronobacter Spp. From Powdered Infant Formula." *Journal of Food Safety* 35.2 (2015): 257-62.
- Liu, Chao, et al. "Sensitive and Rapid Detection of Enterobacter Sakazakii in Infant Formula by Loop Mediated Isothermal Amplification Method." *Journal of Food Safety* 29.1 (2009): 83-94.
- LIU, Gui-hua, et al. "Pfge Typing of Enterobacter Sakazakii in Infant Food." *Chinese Journal of Health Laboratory Technology* 6 (2013): 001.
- Liu, Qian, et al. "Monitoring Ultraviolet (Uv) Radiation Inactivation of Cronobacter Sakazakii in Dry Infant Formula Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy." *Journal of food science* 77.1 (2012).
- LIU, Xiumei, Xiaoyan Pei, and Yunchang Guo. "Isolation of Enterobacter Sakazakii from Infant Fomular Powder Samples Collected from Fuyang, Anhui Province, China." *Chinese Journal of Food Hygiene* 1 (2005): 002.
- Liu, Xu, et al. "Development of a Loop-Mediated Isothermal Amplification Assay for Detection of Cronobacter Spp.(Enterobacter Sakazakii)." *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28.3 (2012): 1013-20.
- Ljung, Karin, et al. "High Concentrations of Essential and Toxic Elements in Infant Formula and Infant Foods - a Matter of Concern." *Food chemistry* 127.3 (2011): 943-51.
- Londoño, Victor Alonso García, et al. "Aflatoxin M 1 Survey on Randomly Collected Milk Powder Commercialized in Argentina and Brazil." *Food control* 34.2 (2013): 752-55.
- Lu, Y, et al. "Comparison of Methods for the Microbiological Identification and Typing of Cronobacter Species in Infant Formula." *Journal of dairy science* 97.2 (2014): 632-41.
- Mardaneh, Jalal, and Mohammad-Mehdi Soltan-Dallal. "Isolation and Identification of E. Cowanii from Powdered Infant Formula in Nicu and Determination of Antimicrobial Susceptibility of Isolates." *Iranian journal of pediatrics* 24.3 (2014): 261.
- Martins, Carla, et al. "Total Mercury in Infant Food, Occurrence and Exposure Assessment in Portugal." *Food Additives & Contaminants: Part B* 6.3 (2013): 151-57.
- Mehrnia, Mohammad Amin, and Aigin Bashti. "Evaluation of Toxic Element Contents in Infant Foods Commercially Available in Iran." *Bull. Env. Pharmacol., Life Sci* 3.6 (2014): 249-53.
- Meucci, Valentina, et al. "Mycotoxin Detection in Infant Formula Milks in Italy." *Food Additives and Contaminants* 27.1 (2010): 64-71.
- Michalak, Joanna, Andrzej Kuncewicz, and Elżbieta Gujska. "Monitoring selected quality indicators of powdered infant milk formulas." *Polish journal of food and nutrition sciences* 15.1 (2006): 131.

- Miled, Rabeb Bennour, et al. "Impact of Pooling Powdered Infant Formula Samples on Bacterial Evolution and Cronobacter Detection." *International journal of food microbiology* 138.3 (2010): 250-59.
- Ministry of Health. 2013. Feeding your baby infant formula. Available at:
<https://www.healthed.govt.nz/resource/feeding-your-baby-infant-formula>
- Mullane, NR, et al. "Development of Multiple-Locus Variable-Number Tandem-Repeat Analysis for the Molecular Subtyping of *Enterobacter Sakazakii*." *Applied and environmental microbiology* 74.4 (2008): 1223-31.
- Müller, Andrea, et al. "Genetic Diversity of *Cronobacter Sakazakii* Isolates Collected from a Swiss Infant Formula Production Facility." *Journal of food protection* 76.5 (2013): 883-87.
- Navarro-Blasco, I, and JI Alvarez-Galindo. "Lead Levels in Retail Samples of Spanish Infant Formulae and Their Contribution to Dietary Intake of Infants." *Food additives and contaminants* 22.8 (2005): 726-34.
- NZFSA. 2017. Available at:
<http://www.mpi.govt.nz/food-safety/pregnant-and-at-risk-people/food-safety-for-babies/feeding-your-baby-formula/>
- O'Brien, Stephen, et al. "Evaluation of a New One-Step Enrichment in Conjunction with a Chromogenic Medium for the Detection of *Cronobacter* Spp.(*Enterobacter Sakazakii*) in Powdered Infant Formula." *Journal of food protection* 72.7 (2009): 1472-75.
- Odhiambo, Vincent Otieno. "Levels of Nitrates, Nitrites and Selected Toxic Metals in Brands of Infant Formula Milk from Nairobi County, Kenya." 2014.
- Oh, Se Wook, and Dong Hyun Kang. "Rapid Enumeration of *Enterobacter Sakazakii* in Reconstituted Milk Formula by Fluorogenic Most Probable Number Assay Using 96 Well Microtiter Plate." *Journal of Rapid Methods & Automation in Microbiology* 13.4 (2005): 318-28.
- Oh, Se Wook, Pei Chun Chen, and Dong Hyun Kang. "Biofilm Formation by *Enterobacter Sakazakii* Grown in Artificial Broth and Infant Milk Formula on Plastic Surface." *Journal of Rapid Methods & Automation in Microbiology* 15.4 (2007): 311-19.
- Osaili, T, and S Forsythe. "Desiccation Resistance and Persistence of *Cronobacter* Species in Infant Formula." *International journal of food microbiology* 136.2 (2009): 214-20.
- Osaili, Tareq M, et al. "Detergent and Sanitizer Stresses Decrease the Thermal Resistance of *Enterobacter Sakazakii* in Infant Milk Formula." *Journal of food science* 73.3 (2008).
- Osaili, Tareq M, et al. "Inactivation of *Enterobacter Sakazakii* in Infant Milk Formula by Gamma Irradiation: Determination of D10 Value." *Journal of food science* 72.3 (2007).
- Oshima, Satoru, et al. "Efficacy of Organic Acids, Bacteriocins, and the Lactoperoxidase System in Inhibiting the Growth of *Cronobacter* Spp. In Rehydrated Infant Formula." *Journal of food protection* 75.10 (2012): 1734-42.

- Pightling, Arthur W, and Franco Pagotto. "Draft Genome Sequence of Cronobacter Sakazakii Clonal Complex 45 Strain Hpb5174, Isolated from a Powdered Infant Formula Facility in Ireland." *Genome announcements* 2.4 (2014): e00778-14.
- Pina-Pérez, Maria C, et al. "Pressure Inactivation Kinetics of Enterobacter Sakazakii in Infant Formula Milk." *Journal of food protection* 70.10 (2007): 2281-89.
- Pina-Pérez, Maria C, et al. "Cronobacter sakazakii Inactivation by Microwave Processing." *Food and bioprocess technology* 7.3 (2014): 821-28.
- Pina-Pérez, Maria C, D Rodrigo, and A Martínez López. "Sub-Lethal Damage in Cronobacter Sakazakii Subsp. Sakazakii Cells after Different Pulsed Electric Field Treatments in Infant Formula Milk." *Food Control* 20.12 (2009): 1145-50.
- Pistó, Mariela, and Alicia Mollo. "A Simple Automated Method for the Determination of Nitrate and Nitrite in Infant Formula and Milk Powder Using Sequential Injection Analysis." *Journal of Analytical Methods in Chemistry* 2011 (2011).
- Proudy, I, et al. "Tracing of Enterobacter Sakazakii Isolates in Infant Milk Formula Processing by Box Pcr Genotyping." *Journal of applied microbiology* 105.2 (2008): 550-58.
- Quan, Yu-ling, et al. "Survey on Contamination by Enterobacter Sakazakii in Infant Formula Milk Powder in Gansu." *Chinese Journal of Health Laboratory Technology* 4 (2013): 072.
- Reich, F, et al. "Prevalence of Cronobacter Spp. In a Powdered Infant Formula Processing Environment." *International journal of food microbiology* 140.2 (2010): 214-17.
- Richards, GM, JB Gurtler, and LR Beuchat. "Survival and Growth of Enterobacter Sakazakii in Infant Rice Cereal Reconstituted with Water, Milk, Liquid Infant Formula, or Apple Juice." *Journal of applied microbiology* 99.4 (2005): 844-50.
- Rosset, Philippe, Véronique Noel, and Elisabeth Morelli. "Time - Temperature Profiles of Infant Milk Formula in Hospitals and Analysis of Enterobacter Sakazakii Growth." *Food Control* 18.11 (2007): 1412-18.
- Santos, Rosana Francisco Siqueira, et al. "Screening for Cronobacter Species in Powdered and Reconstituted Infant Formulas and from Equipment Used in Formula Preparation in Maternity Hospitals." *Annals of Nutrition and Metabolism* 63.1-2 (2013): 62-68.
- Šebeková, Katarína, et al. "Plasma Concentration and Urinary Excretion of Nε (Carboxymethyl) lysine in Breast Milk - and Formula fed Infants." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1126.1 (2008): 177-180.
- Seo, KH, and RE Brackett. "Rapid, Specific Detection of Enterobacter Sakazakii in Infant Formula Using a Real-Time Pcr Assay." *Journal of food protection* 68.1 (2005): 59-63.
- Serrano, AB, et al. "Risk Assessment Associated to the Intake of the Emerging Fusarium Mycotoxins Bea, Ens and Fus Present in Infant Formula of Spanish Origin." *Food Control* 28.1 (2012): 178-83.
- Shaker, Reyad, et al. "Isolation of Enterobacter Sakazakii and Other Enterobacter Sp. From Food and Food Production Environments." *Food Control* 18.10 (2007): 1241-45.

- Shaker, RR, et al. "Effect of Desiccation, Starvation, Heat, and Cold Stresses on the Thermal Resistance of *Enterobacter Sakazakii* in Rehydrated Infant Milk Formula." *Journal of food science* 73.7 (2008).
- Sharma, Garima, and Alka Prakash. "Detection of *Cronobacter Sakazakii* in Samples of Milk and Milk Products by Pcr Method."
- Singh, Niharika, Gunjan Goel, and Mamta Raghav. "Insights into Virulence Factors Determining the Pathogenicity of *Cronobacter Sakazakii*." *Virulence* 6.5 (2015): 433-40.
- Song, Xinjie, and Myunghee Kim. "Development of an Indirect Non-Competitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of *Cronobacter Muytjensii* in Infant Formula Powder." *Korean J. Food Nutri* 26 (2013): 936-44.
- Stoop, B, et al. "Development and Evaluation of R_{pob} Based Pcr Systems to Differentiate the Six Proposed Species within the Genus *Cronobacter*." *International journal of food microbiology* 136.2 (2009): 165-68.
- USDA. 2009. Infant Nutrition and Feeding. Available at:
<https://wicworks.fns.usda.gov/wicworks/Topics/FG/CompleteIFG.pdf>
- USHHS. 2017. Baby food and infant formula. Available at:
<https://www.foodsafety.gov/keep/types/babyfood/>
- Wang, Min, et al. "Detection of *Enterobacter Sakazakii* and Other Pathogens Associated with Infant Formula Powder by Use of a DNA Microarray." *Journal of clinical microbiology* 47.10 (2009): 3178-84.
- WHO. 2007. Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula guidelines.
- Witthuhn, R Corli, Francisca Kemp, and Trevor J Britz. "Isolation and Pcr Detection of *Enterobacter Sakazakii* in South African Food Products, Specifically Infant Formula Milks." *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 23.2 (2007): 151-57.
- Wu, Huan, et al. "Contamination of *Enterobacter Sakazakii* in Infant Formula Available on the Guangzhou Retail Market." *China Dairy* 3 (2013): 023.
- Xiumei, Pei Xiaoyan Liu. "Contamination of *Enterobacter Sakazakii* and Other *Enterobacteriaceae* in Retail Powdered Formula of China." *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology* 5 (2006): 002.
- Xu, Feng, et al. "Detection of *Cronobacter* Species in Powdered Infant Formula by Probe-Magnetic Separation Pcr." *Journal of dairy science* 97.10 (2014): 6067-75.
- Xu, Xin, et al. "Two Novel Analytical Methods Based on Polyclonal and Monoclonal Antibodies for the Rapid Detection of *Cronobacter* Spp.: Development and Application in Powdered Infant Formula." *LWT-Food Science and Technology* 56.2 (2014): 335-40.
- Yan, Qiongqiong, et al. "Comparative Genotypic and Phenotypic Analysis of *Cronobacter* Species Cultured from Four Powdered Infant Formula Production Facilities: Indication of Pathoadaptation Along the Food Chain." *Applied and environmental microbiology* 81.13

(2015): 4388-402.

- Yang, B, et al. "Prevalence and Characterization of Salmonella Enterica in Dried Milk-Related Infant Foods in Shaanxi, China." *Journal of dairy science* 97.11 (2014): 6754-60.
- Yang, Han-Yeol, et al. "Effect of Acid, Desiccation and Heat Stresses on the Viability of Cronobacter Sakazakii During Rehydration of Powdered Infant Formula and in Simulated Gastric Fluid." *Food Control* 50 (2015): 336-41.
- Ye, Y, et al. "The Phenotypic and Genotypic Characterization of Enterobacter Sakazakii Strains from Infant Formula Milk." *Journal of dairy science* 93.6 (2010): 2315-20.
- Ye, Yingwang, et al. "Detection of Cronobacter on Glub Gene and Differentiation of Four Cronobacter Species by Polymerase Chain Reaction Restriction Fragment Length Polymorphism Typing." *Journal of Food Safety* 35.3 (2015): 422-27.
- Ye, Yingwang, et al. "Effects of Ca²⁺ and Mg²⁺ on the Biofilm Formation of Cronobacter Sakazakii Strains from Powdered Infant Formula." *Journal of Food Safety* 35.3 (2015): 416-21.
- Yeh, Tai Sheng, et al. "Investigation of the Nitrate and Nitrite Contents in Milk and Milk Powder in Taiwan." *Journal of Food and Drug Analysis* (2013).
- Yeung, C. Y., et al. "Negative effect of heat sterilization on the free amino acid concentrations in infant formula." *European journal of clinical nutrition* 60.1 (2006): 136-141.
- Ying, Liang, et al. "Study of Raid Recovering Stressed Enterobacter Sakazakii." *Chinese Journal of Health Laboratory Technology* 7 (2008): 051.
- Zand, Nazanin, et al. "Elemental Content of Commercial 'Ready to-Feed' poultry and Fish Based Infant Foods in the Uk." *Food chemistry* 135.4 (2012): 2796-801.
- Zheng, Lu, et al. "Survey of Enterobacter Sakazakii from Infant Formular Powder Samples Made in Beijing." *Chinese Journal of Health Laboratory Technology* 1 (2008): 064.
- Zhu, S, S Schnell, and M Fischer. "Growth Inhibition of Cronobacter Spp. Strains in Reconstituted Powdered Infant Formula Acidified with Organic Acids Supported by Natural Stomach Acidity." *Food microbiology* 35.2 (2013): 121-28.
- Zhu, Sha. "Effect of Microbiologically Active Substances in Powdered Infant Formula on the Growth and Detection of Cronobacter Spp." (2013).
- 식품안전정보포털. 2017. Available at: <http://www.foodsafetykorea.go.kr/main.do>
- 식품의약품안전처. 2008. 분유먹는 아기를 위해 엄마가 알아야 할 것들.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.