

발간등록번호

11-1543000-000571-01

첨단 소재와 기술을 이용한
건강기능성 향상 치즈의 개발

(Development of functional cheese using by Novel
Functional ingredients and Hi-Technology)

(주)동원F&B

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “첨단 소재와 기술을 이용한 건강기능성 향상 치즈의 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 10월 10일

주관연구기관명 : 동원 F&B

주관연구책임자 : 남희섭

세부연구책임자 : 남희섭

연구원 : 김인환

연구원 : 이해영

연구원 : 문승은

연구원 : 신선

연구원 : 조석조

연구원 : 이정호

연구원 : 이윤미

연구원 : 김선형

연구원 : 김종찬

연구원 : 박찬웅

연구원 : 이지애

연구원 : 손민식

협동연구기관명 : 순천대학교

협동연구책임자 : 배인휴

연구원 : 이재성

연구원 : 정유태

연구원 : 엄태진

연구원 : 강산

연구원 : 장관섭

연구원 : 김민

연구원 : 탁민영

연구원 : 김다혜

연구원 : 범봉권

연구원 : 탁민영

연구원 : 정동백

연구원 : 김단오

협동연구기관명 : 세종대학교

협동 연구책임자 : 정규함

연구원 : 안유진

연구원 : 고은정

연구원 : 최경훈

연구원 : 민지영

연구원 : 김동휘

연구원 : 정현주

연구원 : 이윤경

연구원 : 김희연

요 약 문

I. 제 목

첨단 소재와 기술을 이용한 건강기능성 향상 치즈의 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 기능성 치즈의 제조 기술 개발을 위한 생리활성물질의 탐색 및 분석
- 기능성 물질의 나노화 및 미세캡슐 분말화
- 기능성 물질의 대량생산을 위한 표준규격 설정
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 제조 공정 확립
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 품질규명을 위한 이화학적 분석
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 동물실험을 통한 기능성 규명
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 상품화

III. 연구개발 내용 및 범위

- 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질로 땅콩나물 나노분말, 키토산 나노분말, 효소홍삼농축분말, 라이코펜 추출물 미세분말, 미강유 추출물, red palm유 추출물 이용
- 기능성 물질의 나노화 및 미세캡슐 분말화를 위한 제조공정을 확립
- 기능성 물질의 대량생산을 위한 표준규격을 개발
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 제조시간 단축과 최적 첨가량 설정을 위한 제조 공정을 확립
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 품질규명을 위한 이화학적 분석을 통해 치즈의 품질을 규명
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 동물실험을 통해 관절염, 혈중·신장내 콜레스테롤 저하 기능 규명
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 상품화를 위한 관능평가 및 소비자 기호도 조사

IV. 연구개발결과

- 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질로 땅콩나물 나노분말, 키토산 나노분말, 효소홍삼농축분말, 라이코펜 추출물 미세분말, 미강유 추출물, red palm유 추출물을 이용하여 치즈제조에 사용하였다.

- 땅콩나물과 키토산의 초미세 입자화로 일반 땅콩나물 분말에 비해 pH와 색도는 낮고, 총 폴리페놀 함량, 환원력, ABTS⁺ radical 소거능, 항산화능과 항균효과가 높게 측정되었다.
- 기능성 물질의 대량생산을 위한 표준규격을 개발하였다.
- 효소홍삼 제조기술 개발 시에 체내이용률이 높은 저분자 진세노사이드 Rg3를 높이는 유기산 처리와 F2, Compound K의 함량을 높이기 위해 효소 처리를 진행하여 원료 투입, 추출, 효소 처리, 유기산 처리, 정제로 설계하여 공정 조건을 최적화하였다.
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 제조시간 단축과 최적 첨가량 설정을 위한 제조 공정을 확립하였다.
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 품질규명을 위한 이화학적 분석을 통해 치즈의 품질을 규명하였다.
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 동물실험을 통해 관절염, 혈중·신장내 콜레스테롤 저하 기능을 확인하였다.
- 기능성 강화 연질, 반경질, 경질치즈의 상품화를 위한 관능평가 및 소비자 기호도 조사하여 성공적으로 생산하였다.

SUMMARY

(영문 요약문)

I. Title

Development of functional cheese using by Novel Functional ingredients and Hi-Technology

II. Purpose and Necessity of Research and Development

- Investigation and analysis of functional materials for manufacturing functional cheese
- Nanoparticulation and microencapsulation of functional materials
- Setting standards for mass production of functional materials
- Establishing a manufacturing process of functional cheese
- Physicochemical analysis for quality identification of functional cheese
- Animal experiment for functional identification of functional cheese
- Merchandising of functional cheese

III. Contents and Ranges of Research and Development

- Using peanut sprout extracts nanopowder, chitosan nanopowder, enzymatically modified ginseng concentrate powder, microencapsulated tomato extracts powder, rice bran oil extracts and red palm oil extracts for health functional materials suitable for functional cheese
- Establishing the manufacturing process of functional materials for nanoparticulation and microencapsulation
- Development standards for mass production of functional materials
- Establishing a manufacturing process for setting the optimum amount of the functional materials and reduction manufacturing process time of functional cheese
- Quality identification through the physicochemical analysis of functional cheese
- Functional identification such as preventive effects of arthritis and cholesterol lowering effect through animal experiment of functional cheese
- Sensory evaluation and consumer preference test for merchandising of functional cheese

IV. Results of Research and Development

- Five functional materials (peanut sprout extracts nanopowder, chitosan nanopowder, enzymatically modified ginseng concentrate powder, rice bran extracts, and red palm oil extracts) which is suited for excellent functional cheese ingredients used manufacturing functional cheese.
- Peanut sprout extract nanopowder presented lower pH and color intensity, and higher antioxidative activity, such as total polyphenol contents, reducing power and ABTS+ radical scavenging ability, than normal peanut sprout extract powder.

- Standard was developed for the mass production of functional materials.
- Acid treatment and enzymatic treatment were included to Enzymatically Modified Ginseng manufacturing process in order to enhance Rg3, F2, and Compound K, having high bioavailability.
 Enzymatically Modified Ginseng manufacturing process consist of 'Input of ginsengs', 'Extraction', 'Enzymatic treatment', 'Acid treatment', and 'Purification'. Our research group set-up optimized conditions of these individual processes.
- A manufacturing process of functional cheese was established for reduction manufacturing process and setting the optimum amount of the functional materials.
- Cheese quality was identified through the physicochemical analysis of functional cheese
- Identify preventive effects of arthritis and cholesterol lowering effect through animal experiment of functional cheese
- Functional cheese products were successfully produce through sensory evaluation and consumer preference test

CONTENTS
(영 문 목 차)

Chapter 1. Overview of research and development.....9

Chapter 2. Domestic and Foreign Technology Development.....12

Chapter 3. Contents and Results of Research and Development.....16

Chapter 4. Accomplishment of Objectives and Contribution to Correlated Fields.....188

Chapter 5. Achievement of Research and Development and Design of Achievement
Application.....192

Chapter 6. Foreign information collected.....204

Chapter 7. The current status of research installation and equipment.....205

Chapter 8. References.....205

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요.....	9
제 2 장 국내외 기술개발 현황.....	12
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과.....	16
제 1 절 연구재료 및 방법.....	16
1. 1차년도.....	16
2. 2차년도.....	26
3. 3차년도.....	40
제 2 절 연구내용 및 결과.....	72
1. 1차년도.....	72
가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질 분석.....	72
나. 기능성 강화 반경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석.....	79
다. 기능성 반경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험.....	95
2. 2차년도.....	97
가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질의 탐색 및 선정.....	97
나. 기능성 강화 경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석.....	104
다. 기능성 경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험.....	125
3. 3차년도.....	131
가. 기능성 소재 생산기술 개발.....	131
나. 기능성 강화 연질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석.....	140
다. 기능성소재 첨가 치즈의 대량생산 결과.....	173
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도.....	188
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획.....	192
제 1 절 연구개발 성과.....	192
제 2 절. 활용 계획.....	203
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보.....	204
제 7 장 연구시설·장비 현황.....	205
제 8 장 참고문헌.....	205

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 목적

- 다양한 첨단 기능성 소재를 활용한 기능성 치즈를 개발함으로써, 낙농업과 유가공 산업의 활성화와 지속적인 발전에 기여
- 첨단 기능성 소재와 하이테크를 이용한 신규 한국형 치즈 제조 기술 확립 및 치즈의 상용화
- 대기업 단위의 원유를 활용한 기능성 치즈의 개발로 한국치즈시장 활성화에 기여

2. 연구개발의 필요성

- 한국의 치즈 소비량은 연평균 8%씩 증대하여 소비 치즈의 대부분을 수입치즈로 치즈 수입량은 2009년 49,023,101kg이던 것이 2013년에는 85,069,000kg¹⁾이면서 막대한 국부(2008년 이래 연평균 1.9억달러 이상)가 외국 치즈 수출업자들 쪽으로 유출되고 있음.
- 국내 낙농산업동향은 2014년 3/4분기까지 원유생산량은 전년동기대비 1.1% 감소한 일평균 5,757톤으로 5월이후 예년보다 이른 무더위의 영향으로 감소했다. 소비부문에서 우유, 발효유, 조제분유 등의 품목 수출이 지속적으로 증가하는 가운데 유제품가격 상승에도 불구하고 할인행사와 신제품 출시, 제품 리뉴얼을 통한 소비 확대에 주력하는 모습이다.²⁾
- 유제품 생산동향으로 2014년 3/4분기 시유생산량은 전분기 수준을 유지하였으며, 발효유와 치즈는 전분기 대비 감소하였으나, 누적기준으로 각각 3.4%, 3.3% 증가하였다. 이는 기능성 유제품 선호 등으로 증가세가 지속되고 있다³⁾.
- 한국인의 식생활이 서구화되고 와인소비증대로 인해 숙성형 자연치즈 소비 시장이 확장되고 있음에도 적절한 국산 치즈 제품으로 대체 방안 마련이 매우 미흡한 실정임.
- 한국인의 서구화된 식습관으로 인한 동물성지방 섭취량의 급격한 증가로 혈관계 질환 및 만성퇴행성 질환 등 각종 생활습관병[성인병]의 주요 원인이 되고 있음. 최근 보건복지부의 통계는 한국 전체 인구의 31.7%가 비만인구이고, 이 비만으로 인해 지출된 사회경제적 비용은 무려 연간 1조 8천억 원에 이르고 있다고 함(그림 1).

1) 낙농진흥회, 국내 통계자료(관세청)

2) 낙농진흥회, 2014 3/4분기 낙농산업동향 Vol. 24, p 7

3) 낙농진흥회, 2014 3/4분기 낙농산업동향 Vol. 24, p 21

- 따라서, 치즈를 비롯한 유제품도 지방 함량을 낮춘 저지방 식품에 대한 소비자의 요구가 급격히 증대되고 있으나, 맛과 조직이 소비자 선호도에 대응해 주지 못하는 문제가 있음.
- 이에 대한 대응책으로 우선 치즈 제품에서 지방함량을 감소시키고 맛과 조직은 그대로 유지하되 첨단 기술(Hi-Tech)을 활용하여 확보한 기능성 물질을 추가한 고부가가치성 기능성 치즈의 개발이 필요함.
- 한국인에게 적합한 숙성형 자연치즈 개발은 웰빙(well-being)을 넘어 로하스형(LOHAS: lifestyle of health and substantiality) 시대의 안전성, 기호성과 건강기능성을 동시에 만족시킬 수 있는 미래 신 기호식품으로 제시되어야 호소력과 제품력이 강화될 것으로 판단됨
- 첨단 기능성 물질 소재화 기술은 치즈에 새로운 기능성을 부여해 주는 고부가가치 맞춤형 치즈 제품화로 치즈를 비롯한 각종유제품의 소비를 증대시킬 것으로 예상되며, 이를 위하여 최근 트렌드인 건강 지향 사회 경향에 걸 맞는 신수요 창출 개념의 제품화 필요성이 대두됨
- 초미세입자화 및 캡슐화 기술을 바탕으로 한 고품질·고기능성 유제품 개발은 국산 원유의 소비를 증대시키고 원유생산량 증대에 의한 낙농가 소득 증진에 이바지함
- 일반적으로 유용한 기능성 성분은 주위환경 요소인 빛, 산소, 수분, 온도 등의 외부요인에 의한 품질 저하가 발생할 우려가 있으므로 이를 방지할 수 있도록 표면을 보호할 수 있는 캡슐화기술(encapsulation)이 필요한데, 이때 제조되는 첨단 미세 캡슐은 생체 내에서 유효성분의 흡수 및 지속시간 증가, 생체이용성 증진을 통하여 다양한 식품에서 이용 가능성이 있음
- 식품, 약용식물 등의 천연 자원으로부터 얻을 수 있는 건강 기능성 물질들은 다양한 생리활성을 보유하고 있으며, 유용한 기능성 성분들을 캡슐화 하여 치즈에 첨가하면 치즈에 새로운 기능성을 부여할 수 있는 식품소재로써 이용할 수 있음
- 또한 기능성 물질의 일반적인 입자 크기는 150~200 μ m 인데, 이를 1~10 μ m로 초미세화 함으로써 표면적이 대폭 확대되어 기능성이 2~4배로 증가하게 되므로 첨단 기능성 물질이 됨
- 이와 같이 개발된 첨단 건강 기능성 물질을 함유한 자연 치즈를 제조하고 이들의 과학적인 기능성 평가를 통하여 건강한 유제품, 로하스 스타일의 유제품을 제조 생산할 수 있으며, 국민들은 이러한 유제품을 섭취함으로써 건강한 삶을 지속적으로 유지할 수 있을 것으로 사료됨

- 이러한 연구를 통하여 21세기 소비자 요구에 부응하는 건강기능성 유제품 출시를 가능케하여 국산 원유의 안정적인 소비증대와 대기업 유업체의 제품양산 활로를 열어 줌으로써 유가공제품의 수출확대 및 국제적 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대됨

3. 연구개발 목표 및 내용

(1) 연구개발의 최종목표

- 기능성 치즈 제조를 위한 건강 기능성 물질의 선별
- 기능성 치즈용 첨단 건강 기능성 물질의 소재화 기술 확립
- 기능성 치즈용 소재의 첨단 건강 기능성 평가 및 산업화
- 기능성 치즈개발을 위한 적정 첨단 기능성 성분과 적합한 치즈 제조 기술 선별과 수립
- 첨단 기능성 물질 첨가 최적 로하스(LOHAS)형 자연치즈 제조 공정의 개발과 확립
- 첨단 제조 기술을 활용한 대량 생산용 LOHAS형 치즈 제조공정 확립
- 첨단 기능성 물질과 기술 이용 기능성 치즈의 상품화와 표준 규격확립(품질인증기준)

(2) 연구개발의 주요내용

- 기능성 치즈에 적합한 건강 기능성 물질(혈중콜레스테롤, 혈당, 체지방 저하 등)의 탐색 및 선정
- 건강 기능성 물질의 초미세 입자화
- 건강 기능성 물질의 미세 캡슐화
- 초미세 입자 및 미세 캡슐의 첨단 건강 기능성 평가를 위한 동물 실험
- 기능성 치즈용 첨단 건강 기능성 소재의 시제품 개발 및 산업화
- 기능성 치즈 제조의 적합한 모델 치즈의 선별
- 기능성 물질과 기술 적용에 따른 치즈의 숙성 중 변화 규명
- 적정기능성 물질을 이용한 기능성 치즈 제조 기술 확립
- 대량생산을 위한 기능성 치즈제조 공정 확립과 시제품 치즈제조 확립
- 기능성에 따른 기능성 치즈의 적정숙성관리 기법 확립, 상품치즈의 표준규격 마련
- 기능성 치즈 개발품의 품질을 규명하기 위한 이화학적 및 관능 평가
- 기능성 치즈 개발품의 기능성의 우수성을 규명하기 위한 동물실험

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황⁴⁾⁵⁾⁶⁾

- 국내에 처음 치즈 소개가 된 것은 벨기에 사람인 지정환 신부(본명, 디디에 세스테벤스, Didiert' Serstevens)에 의해 1966년 전북임실에서 시작되었으며 점차 서울우유, 삼양, 남양, 해태, 매일 유업과 같은 대기업에서 가공치즈와 신선치즈를 상품화하여 가공 치즈워주로 소비되기 시작하였음
- 한·미 FTA, 한·EU, 한·캐나다 등의 낙농 선진 그룹간 FTA체결을 앞 둔 한국 유업계는 긴급한 초과원유 활용 방안과 수입치즈의 대체 방안 마련이 시급한데 최근 5년간 치즈는 연 평균 8%의 소비 증대율을 보이고 있어 시유와 수입치즈를 대체할 품목으로 주목 받고 있음
- 모짜렐라 치즈(피자 치즈)와 같은 신선 치즈들의 생산과 소비가 많지만 점차적으로 숙성 치즈의 소비가 증가하고 있는 것을 볼 수 있음. 우리의 치즈소비도 점차 변화하여 숙성 치즈소비 경향이 증대하면서 목장 유가공 사업자들과 유업체들이 점차 숙성형 자연 치즈를 제품화 하게 될 전망이다⁷⁾
- 시중에 유통되고 있는 치즈는 피자치즈와 체다치즈를 원료로한 가공치즈가 주종을 이루고 있는데, 자연치즈로는 피자, 고다, 에멘탈, 크림, 까망베르 등의 치즈가, 가공치즈로는 체다치즈를 주원료로한 가공치즈가 대부분으로 형태별로는 슬라이스, 포션이 있으며 용도별로 칼슘을 첨가한 어린이용 치즈, 양념류를 첨가한 스파이스 치즈, 시금치, 당근 또는 스모크 햄을 첨가한 치즈 등을 생산하고 있다.
- 국내 치즈전문기업인 임실치즈농협에서 국내산 원유로 생산하는 제품은 피자치즈, 양파와 햄을 넣어 가공한 포션치즈, 김치포션치즈와 인삼포션치즈 등이 있다.
- 국내 1인당 유제품 소비현황⁸⁾은 2009년 시유:34.7kg, 발효유:8.9kg, 치즈:1.5kg였던 것이 2013년에는 시유:33.5kg, 발효유:11.3kg, 치즈:2.2kg로 증가추세를 나타남.
- 외국에서 수입되는 치즈 수입금액은 2009년 오세아니아(78,171천\$), 유럽(44,385천\$), 북아메리카(37,623 천\$), 남아메리카(26,394천\$), 아시아(1,049천\$)로 총금액 189,917천\$중 오세

4) 한국낙농육우협회 보고서, 국내 치즈시장형성을 위한 방향 2007, pp.15-25

5) 농림수산식품부, 낙농진흥회, 2010년도 낙농통계연감, 2009.

6) 낙농진흥회, 2011. 1/4분기 낙농산업동향 2011.

7) 배인휴 2010. 한국의 친환경적 목장 유가공의 현황과 발전과제, 한국유기농업학회지. 18(2): 155-176.

8) 농림축산식품부

아니아가 41.16% 를 차지하였으며, 2010년 치즈의 전체 수입금액은 73.45%가 늘어난 258,556천\$가 수입됨.⁹⁾

- 국내 목장 치즈전문기업과 생산되는 치즈는 낙안창령영농조합법인(스트링치즈), 무지개영농조합법인(카시오카발로), 휴먼푸드(베르크, 아펜젤라, 스트링, 모짜렐라), 데미샘(베르크, 아펜젤러), 이플(스트링, 가우다), 목장의 아침(스트링)등 40여개 업체에서 생산되며 이 외에도 여러 곳에서 다양한 치즈를 생산할 체비를 서두르고 있음¹⁰⁾.
- 국내 자연치즈 소비량이 증대되고는 있지만 치즈 소비의 상당량은 수입치즈가 점유하고 있다. 아울러 국제 시장의 추세에 맞추어 국내에서도 건강기능성 자연치즈가 생산이 되면 국산 자연치즈의 소비를 늘릴 여지가 충분히 있다고 봄.
- 국내 건강기능성 유제품의 시장은 90년대 말부터 첨단 기능성소재를 강화 함유한 고부가가치 제품이 개발되면서 단순한 맛과 향만을 첨가한 가공유에서 탈피하여 현재는 여러 분야에서 기능성물질을 첨가함에 따라 맛이나 색깔을 유효하게 유지하면서 기능성은 상승시키는 연구들이 진행되어지고 있으며, 다양한 기능성 소재의 발굴, 활용, 접목으로 그 시장성이 급성장하고 있음.
- 국내 대기업에서는 혈압과 당뇨 조절 발효유를 취급하며, 위와 장을 보호하거나 알코올분해 효능이 있는 제품이 출시되고 있음.
- 국내는 2003년도 8월부터 「건강기능식품에 관한 법률」을 시행하여 과학적 근거가 충분한 식품에 한하여 건강기능표시를 할 수 있도록 하고 있다. 유제품의 경우 생산과정에 있어서는 농림수산식품부의 축산물가공처리법에 적용을 받고 판매, 유통단계에서는 식품의약품안전청의 식품위생법을 적용을 받아야 하는 이원 분리적 제도화에 있어, 다양한 기능성 소재 첨가를 통한 기능성 유제품을 개발하고 있으나 판매까지는 많은 어려움이 있음.
- 1990년대에서는 제품의 고급화, 기능성화로 소비자의 욕구를 충족시키고 제품의 차별화를 가속화하여 유제품의 소비확대 및 기업경영의 활성화를 도모해가고 있으며 2000년대 들어서는 이미 개발된 제품에 건강지향적인 신제품과 포장의 고급화, 다양한 용량, 맞춤형 태의 제품, 웰빙 열풍 등 다양한 소비계층의 욕구에 부응하고 수요를 창출하기 위해 부단한 노력을 하고 있음.
- 국내 건강기능식품 시장규모는 98년도 6,800억 원에서 06년에는 2조 4,000억 원으로 급성장을 하고 있으며 이는 국민들의 건강기능식품에 대한 관심이 증가하고 있음을 의미한

9) 관세청. 2010

10) 배 인 휴 2014. 국내목장치즈 생산동향과 과제. 월간 낙농육우 9월호.

다.11)

- 국내 시장 분석결과 DHA, 칼슘 등을 첨가한 제품 등의 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 현재 쇠퇴기에 접어들었으므로, 본 연구에서는 첨단소재 기능성을 이용한 자연 치즈 제조 기술의 개발 확립과 사업화 추진 방향으로 연구를 진행하여 건강기능성 평가 및 산업화와 대량 생산용 기능성 자연 치즈를 개발하도록 함.

2) 국외 제품생산 및 시장 현황¹²⁾

- 전 세계적으로 기능성 유제품 시장이 날로 확대되고 있는데, 08년도부터 09년도 초 독일 유제품 시장은 수출량 감소 등 약세를 보였으나 기능성 유제품 신제품 출시와 수요증가로 2.5%의 성장을 구가함. 이눌린과 올리고당을 포함한 유제품의 경우 지난 7년간 90% 이상의 성장률을 기록. 프레바이오틱 첨유질을 첨가한 제품들은 2008년도에는 무려 181가지의 제품들이 출시됨
- 유럽의 건강기능식품시장은 국가마다 문화적 전통이 상이하고 법규가 달라서 EU 국가들마다 기능성식품의 규정도 가지각색임. 국가별로 기능성식품 시장이 성장할 여건이 잘 구비되어 있고, 교육수준이 높은 소비자의 관심도 높은 편임에도 불구하고, 기능성 유제품의 확산 속도가 현재로서는 매우 느린 편임. 그 이유 중 하나는 의약품이 아닌 식품부문에 이들 제품을 할당하기 위해 필수적인 기준물질(reference/bio-marker)을 정의하지 못했기 때문임
- 세계의 기능성 유제품 시장은 전 세계적으로 건강 및 복지(health and well-being, HW) 관련 식품은 세계 시장의 1/3(1,040억 달러)정도를 차지하고 있음. 여기서 HW 식품 중에서 Better-For-You(BFU)제품이 63%로써 저지방, 저당, 저지방 저당 혼합 유제품이며 기능성 유제품은 26%, 유기농식품은 6%정도를 점유하고 있음. 전 세계의 건강/웰빙 유제품 시장은 지속적으로 증가하는 추세로서 특히 기능성 유제품과 BFU제품이 크게 늘어날 것으로 예상되고 있는 가운데 2011년에는 730억 달러 정도로 추산되고 있음.
- 일본의 「특정보건용식품」으로서 승인된 유제품 중 ‘장기능 개선과 관련된 기능성 유제품’이 71%, ‘콜레스테롤 조절과 관련된 기능성 유제품’이 11%, ‘혈압조절과 관련된 기능성 유제품’이 5%, ‘혈당 조절과 관련된 기능성 유제품’이 1%를 차지하고 있음.
- 미국의 유생산량은 ‘10. 4/4분기, 전년 동기 대비 2.8% 증가한 21,565천 톤(연간생산량 87,420, 전년대비 1.8%↑)이며, 4/4분기 유제품 생산은 치즈-4.5%↑, 버터-7.3%↑, 탈지분유 16.6%↑, 전지분유 11.4%↑로 모두 증가하였음.

11) 한국건강기능식품협회, 2007.

12) 배인휴 2007. 국내 치즈시장 형성을 위한 방안 .한국낙농육우협회 보고서 pp.26-38

- 신규 가입 EU 10개국(CEEC)¹³⁾: 90년대 초 정치적 붕괴경험불구 지난 10년간 치즈 생산은 가파르게 증가하였다. 1995년부터 치즈 생산량은 연 51.0%씩 증가 하였고 2004년에는 966천M/T를 생산(연4.7%증가)하였고. 특히 폴란드, 90년대 초 320천 M/T생산대비 2004년 502천 M/T 생산으로 EU의 신규가입 10개국 치즈 생산량의 50%정도 차지하고 있음. '10.11월 누계 우유생산량, 124,471천 톤으로 전년 동기 대비 1.9%증가하였으며 유제품중 음용유와 버터 및 전지분유는 생산량이 감소, 치즈와 탈지분유는 증가하였음.
- 일본은 구제역과 봄에는 이상저온, 하절기에는 이상고온으로 생산이 부진하여 '10년 4/4분기에 전년동기대비 3.7%가 감소한 1,855천 톤이었음. 전지분유를 제외한 유제품 생산, 음용유, 치즈는 감소세를 보였음.
- 중국은 '10년도 유제품생산, 전년대비 11.6% 증가한 21,596천 톤으로 생산량은 2/4분기부터 증가폭이 둔화되었지만 유제품 수입은 745톤으로 전년대비 24.7%가 증가하였음.
- 호주, 뉴질랜드지역의 매우 가파른 치즈 증산성을 보이며 지난 10년간이 앞서의 10년 전보다 50%이상 증가한 것으로(연4.6%) 2002년 호주 우유의 풍작으로 치즈생산량이 피크에서 2003년 심한 가뭄으로 생산량이 10% 하락한 뒤 치즈생산의 위축 후 한참 회복기에 놓여 있다. '10.11월까지 원유생산량, 전년 동기 대비 0.2% 감소한 8,153백만 리터이며, '10.11월 유제품 중 전지분유 1.8%↓, 치즈 6.5%↓감소하였음. ¹⁴⁾

13) CEEC (Central and Eastern European Countries)는 중·동부 유럽국가 10개국이다. 2004년 EU 가입국 3개국(에스토니아, 라트비아, 리투아니아)과 중부유럽 5개국(폴란드, 체코, 슬로바키아, 슬로베니아, 헝가리) 그리고 2007년 가입한 남동유럽의 2개국(루마니아, 불가리아)을 지칭함.

14) Dairy Australia

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구재료 및 방법

1. 제 1차년도 (2011)

가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질의 탐색 및 선정

(1) 땅콩나물

(가) 최근 미국, 하버드대학교 외과대학 연구팀에서 발표한 천연 레스베라트롤(**figure 1**)의 의학적 효과인 안티에이징 및 대사성 질환 예방·치료 효과로 인해 미국, 유럽, 일본 등 기능성 식품 시장에는 레스베라트롤 성분을 이용한 다양한 경구용 건강식품들이 유통되고 있다. 한국도 2010년도부터 미국, 일본에서 수입된 상품들을 구입해 복용하는 사람들이 늘어나는 추세임.

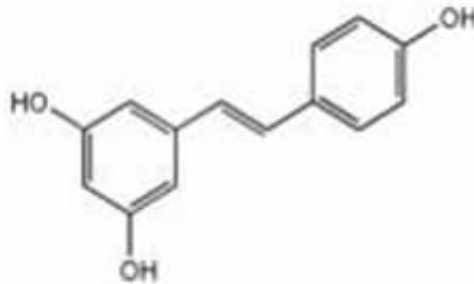


Figure 1. Chemical structure of resveratrol

(나) 그러나 지금까지 상품들은 대부분 레스베라트롤 성분의 공급원은 포도의 새순이나 종자 그리고 껍질에서 추출한 것을 사용해 왔지만 함유량이 매우 적어(4~8 $\mu\text{g/g}$) 레스베라트롤 성분 외에 여타 물질을 함께 혼합시켜 두뇌만 레스베라트롤인 상품을 판매하고 있는 실정임.

(다) 별도로 일부 식품회사들은 레스베라트롤의 함량이 많은 중국의 호장나무(虎杖)뿌리에서 추출한 레스베라트롤 성분을 사용하고 있으나, 이는 독성을 함유하고 있어 식품으로 사용이 부적합한 것으로 알려져 있음.

(라) 반면 땅콩은 발아하는 과정에서 레스베라트롤 함량이 레스베라트롤이 풍부하다고 알려진 와인(0.6 $\mu\text{g/g}$) 보다 약24배 많은 14.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 큰 폭 증가한다.

(마) 레스베라트롤 함량이 극대화된 땅콩나물의 경우에 식품산업 전반에 활용가능하며, 제 2협동 기관인 세종대에서는 땅콩나물 추출물에서 레스베라트롤의 정량분석에 관한 기술을 기 확보 하고 있다(Table 1).

Table 1. Contents of Trans-resveratrol in Peanut Sprout

Brix (water)	Content($\mu\text{g}/\text{ml}$)
60	153.36 \pm 0.94

(바) 이에 따라 항암, 항산화 작용, 혈청콜레스테롤 저하, 항바이러스, 신경보호작용, 항염증 작용, 항노화 효과 등이 있는 레스베라트롤을 다량 함유하고 있는 땅콩나물을 기능성 물질로 선정함.



Figure 2. Shape of Peanut Sprout

(2) 키토산

(가) 갑각류에 함유되어 있는 키틴을 인체에 흡수가 쉽도록 가공한 새로운 물질을 일컫으며, 그 효능으로는 콜레스테롤을 흡착, 배설하는 역할 즉 발콜레스테롤 작용과 암 세포의 증식을 억제하는 항암 작용을 한다. 혈압 상승의 원인이 되는 염화물 이온을 흡착, 장에서의 흡수를 억제한 뒤 체외로 배출시킴으로써 혈압 상승 억제 작용 및 장내의 유해 세균을 증식시키고 세포를 활성화시킨다. 그 밖에도 혈당 조절과 간 기능 개선 작용, 체내 중금속 및 오염 물질 배출 등의 효과가 있다.

(나) 본 사업의 제 2협동 연구 기관(곽해수 연구팀)에서는 최근에 기능성물질을 나노입자화 하여 생체이용율이 극대화되는 실험을 수행하였는데(figure 2), 키토산 나노분말(500~600nm)의 동물실험에서 실험군인 키토산 나노분말군이 키토산 일반분말군보다 총 콜레스테롤 수치를 34.4%, LDL-콜레스테롤 수치를 30% 감소시키고 중성지방 수치도 20% 감소시키는 것으로 관찰되었다. 그리고 HDL-콜레스테롤은 8% 증가시키는 효과가 나타났다.

(다) 치즈는 향미가 우수하여 미국, 유럽 등에서 소비가 많지만 콜레스테롤 함량이 높아 다소 문제가 되고 있어 키토산 분말 첨가한 치즈의 개발을 직접 또는 간접적으로 콜레스테롤 저하에 도움을 주는 기능성 치즈개발에 목적을 두고 있다.

- 키토산 나노분말의 혈당 및 혈중 총 콜레스테롤 저하 실험(사전 예비실험)

(라) 키토산 나노분말 섭취군의 혈중 포도당 농도는 555mg/dl에서 383mg/dl로 약 28로 감소하였다. 키토산 일반분말 섭취군에 비해 키토산 나노분말 섭취군에서 약 2배이상 높은 감소율을 보였다, 또한 혈중 총 콜레스테롤의 농도에서 당뇨대조군은 209.8mg/dl으로 약 31.6% 감소하였고, 키토산 일반분말 섭취군은 171.7mg/dl으로 약 18.2% 감소되었다. 키토산 일반분말 섭취군에 비해 키토산 나노분말 섭취군에서 약 1.7배이상 높은 감소율을 보였다.

(마) 중성지질의 함량에서 당뇨 대조군은 107.3mg/dl, 키토산 나노분말 71.2mg/dl으로 약 33.6% 감소하였고, 키토산 일반분말 섭취군은 83.1mg/dl이므로 약 22.5% 감소를 보였다. 혈중 인슐린 농도에서 당뇨대조군은 306.6 μ U/mL, 키토산 나노분말 섭취군은 131.4 μ U/mL으로 약 57.1 μ U/mL 감소하였고, 키토산 일반분말 섭취군은 175.5 μ U/mL으로 약 42.8% 감소되었다. 췌장 조직의 형태변화를 분석한 결과 나노키토산 분말 섭취군에서 정상의 췌장 소도세포와 유사한 형태를 나타낸 것을 알 수 있었다. 따라서 키토산 나노분말의 항당뇨 효과가 키토산 분말에 비해 현저히 높음을 알 수 있었다.

나. 선정된 건강 기능성 물질의 초미세 입자화

선정된 기능성 물질을 초미세 입자화를 통하여 표면적을 극대화시키고 생체이용율을 증가시키고, 기능성 물질(땅콩나물, 키토산)을 치즈에 적용할 때 나타날 수 있는 문제점 등을 극복하고자 한다.

나. 기능성 강화 반경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo cheese 의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 일반성분 분석

일반성분으로는 수분, 조단백질 (Kjeldahl 방법)이 있으며, 이는 AOAC 방법에 따라 분석하였다.

(나) 유산균수

시료 1 g 을 2% Sodium citrate 9 mL 을 가해 1,500 rpm 에서 1 분간 균질 한 후 멸균 식염수에 십진 희석하여 MRS agar 에 브롬페놀블루 (Bromophenol blue, BPB) 를 0.002% 첨가하여 37 $^{\circ}$ C 에서 48 시간 배양하여 형성된 colony 를 계측하여 CFU(colony forming unit)/mL 로

나타냈고, 측정은 3 회 반복실험을 실시하여 평균값으로 나타냈다. MRS agar 는 MRS broth 5.5%, Agar 1.5~2.0%, BPB 0.001~0.002% 를 혼합하여 제조하였으며, 멸균식염수는 0.85% NaCl 농도로 사용하였다.

(다) 신장성 검사

식빵 위에 5 g 정도의 피자소스를 바른 후 잘게 자른 시료 치즈 (10 g) 을 골고루 얹었다. 시료를 전자레인지에 넣고 1 분간 가열처리 하였고, 1 분간 식힌 후 포크로 찍어 올렸다. 이때 시료가 30 cm 이상의 신전성이 있을 때 5 점으로 정하고, 20 cm 이상이면 4 점, 10 cm 이상이면 3 점, 5~10 cm 미만은 2 점, 5 cm 미만은 1 점으로 하였다.

(라) 총 폴리페놀 함량 측정

① 땅콩나물 나노분말로부터 기능성 물질 추출

땅콩나물 나노분말에 함유되어 있는 생리활성물질을 추출하기 위하여 Wang 등의 방법을 변형하여 추출하였다. 시료 0.2 g에 80% 메탄올 8 mL을 첨가하여 9,000 rpm 에서 1 분간 균질기 (WiseMix HG-15A, DAIHAN Sci., Wonju, Korea) 로 균질 한 후 70°C 온도에서 30 분 동안 추출하였다. 추출액은 10,000 rpm 에서 10 분간 원심분리 (HMR-220IV, Hanil Industrial Co., Seoul, Korea) 하고 상등액을 취하여 사용하였다.

② 총 폴리페놀 함량 측정

땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese의 총 폴리페놀 함량 (total polyphenol content) 은 Folin-Denis법을 변형하여 측정하였다. 추출물 0.2mL 에 2% Na₂CO₃ 2 mL을 혼합하고, 3 분 후 Folin-Ciocalteu phenol reagent 0.2 mL 를 가하여 혼합하고, 상온에서 30 분간 방치시킨 후, UV/Vis Spectrophotometer (DU 730, Beckman Coulter Inc., Fullerton, CA, USA)를 이용하여 750 nm 에서 흡광도를 측정하였으며, gallic acid 로 작성한 검량곡선으로 함량을 환산하였다.

(마) 지방산화도 변화

TBA가 malonaldehyde 양을 측정한 수치로 malonaldehyde 는 산패취를 발생하는 반응의 부산물로 생성되며, 지방의 초기 산화단계에서 산화 정도를 측정하는 중요한 물질이다. 시료 중 1 g 을 취해 test tube 에 넣고 9 mL 의 15%(w/v) TCA, 0.375% (wt/vol) 4, 6-dihydroxypyrimidine-2-thiol, 그리고 0.25 N HCl 을 가하여 잘 혼합한 후, 15 분 동안 항온수조에서 boiling 하였다. 반응액을 즉시 실온으로 냉각한 후 7000 xg 에서 15 분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 투명한 pink-yellow color 상층액을 얻어 535 nm 에서 흡광도를 측정하였다.

(바) 물성 검사

Caciocavallo cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 Table 2 과 같

은 조건하에서 실험 하였으며, 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

Table 2. Measurement condition for texture analyzer

Classification	Qualification
Test speed	0.4mm/s
Sample compressed	80%
Trigger	1N
Sample height	75.0mm
Calibrate Probe	Functure probe

(사) 색도

색도는 4℃ 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(아) 단쇄 유리 지방산 분석

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이때 GC의 조건은 Table 3과 같으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1 mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미늄 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다. Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg 로 5 분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 ?L 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

Table 3. Instrument and working conditions for dissociation of short-chain fatty acids by gas chromatography

Instrument	;	Donam Instruments INC DS 6200
Column	;	Nukol™ Fused silica Capillary Column 15 m x 0.53 mm i.d. film thickness=0.5 μm (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)
Carrier gas	;	N ₂ gas30mL/min H ₂ gas30mL/min Air gas 300 mL/min
Mode	;	Splitless mode
Oven temp.	;	60 °C (1 min) → 5 °C /min → 170 °C (1 min)
Injector temp.	;	220 °C
Detector temp.	;	220 °C
Detector	;	FID

(자) 관능평가

시료를 14°C, 상대습도 95% 에서 6 주 동안 숙성하면서, 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 appearance, flavor, taste, texture 의 관능적 특성 용어를 도출하였다 (Table 4). 묘사분석을 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7°C 에서 저장한 Caciocavallo cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소화 하였다. 각 시료에 대해 2 회 반복으로 이루어졌으며 9 점법 (1: 대단히 약하다, 9: 대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

Table 4. Sensory attributes, definitions and physical standards

Attributes	Written definitions and physical standards
Appearance	
Yellowness	Color of butter
Dryness	Water absorbed by or released from the product
Flavor	
Butric	An aromatic that is sour and cheesy
Cooked flavor	Flavor associated with boiled milk
Peanut	The non-specific nutlike flavors that are characteristic of several different nuts, e.g. peanuts, hazelnuts, pecans, almonds
Bean sprouts	Soybean fishy
Taste	
Salty	The fundamental taste sensation of which sodium chloride is typical
Bitterness	A chemical-like taste. The fundamental taste

Astringency	sensation of which caeine and quinine are typical A mouth-drying and harsh sensation. The complex of drying, puckering and shrinking sensations in the lower cavity causing contraction of the body tissues
After taste	Degree of residual mouth coating after expectoration of the sample
Texture	
Hardness	The force required to bite the sample(first bite)
Springiness	Degree or rate at which the sample returns to its original size/shape after partial compression between tongue and palate

(2) 키토산 나노분말 첨가 Maribo cheese의 이화학적 분석

(가) 원유 및 Starter : 공시 치즈제조용 원유는 순천대학교 서면에 소개하고 있는 부속 동물 사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 생산된 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%). 공시치즈인 마리보치즈의 Starter는 FD-DVS FLORA-DANICA(CHR. HANSEN Co., Denmark : *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris*)를 95℃, 30분간 살균 처리한 10%환원 탈지유를 32℃로 냉각시킨 후 접종하고, 32℃에서 pH 4.7~4.8이 될 때까지 배양하여 냉장 보관하면서 사용하였다.

(나) 시험설계

Table 5. Formulation of Experimental Maribo cheese supplemented with Chitosan Powder.

	Con.	CHM 0.2% ¹⁾	CHM 0.5% ²⁾	NCM 0.2% ³⁾	NCM 0.5% ⁴⁾
Raw Milk	80kg	80kg	80kg	80kg	80kg
Starter Culture	200mL	200mL	200mL	200mL	200mL
Cacl ₂	4g	4g	4g	4g	4g
Rennet	3.4mL	3.4mL	3.4mL	3.4mL	3.4mL
Curd weight	8,000g	7,984g	7,960g	7,984g	7,960g
Chitosan Powder	0g	16g	40g	16g	40g

¹⁾ CHM 0.2% : curd used was treated with 0.2% powdered chitosan for maribo cheese

²⁾ CHM 0.5% : curd used was treated with 0.5% powdered chitosan for maribo cheese

³⁾ NCM 0.2% : curd used was treated with 0.2% nano-powdered chitosan for maribo cheese

⁴⁾ NCM 0.5% : curd used was treated with 0.5% nano-powdered chitosan for maribo cheese

(다) 제조공정

키토산분말 첨가 마리보치즈의 제조공정 수립

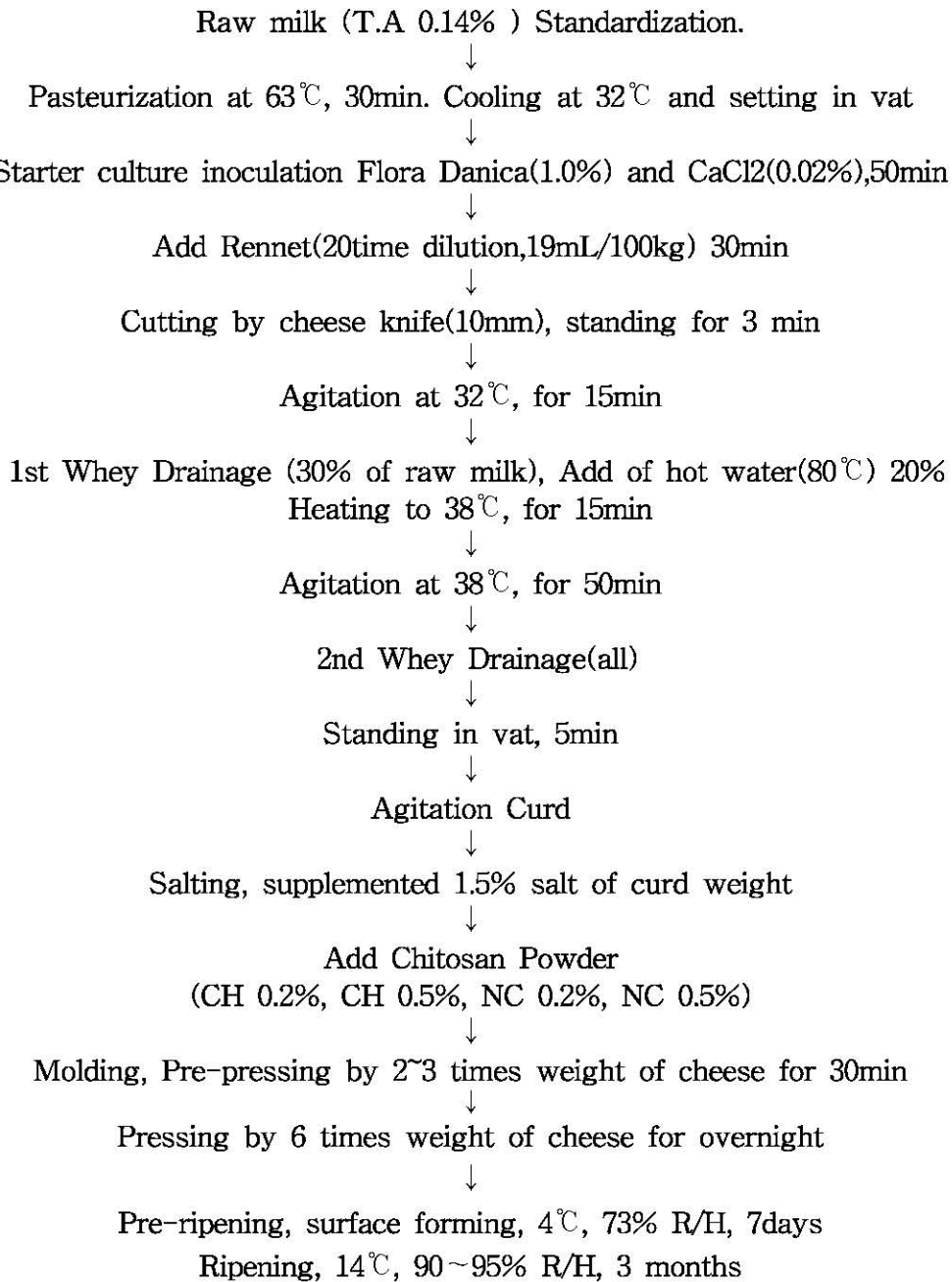


Fig 3. Procedure for Maribo cheese manufacture supplemented with chitosan powder.

(라) pH 측정

: pH는 생균수 측정법과 동일한 방법으로 생리적 식염수(saline)와 치즈를 2:1의 비율 (saline:cheese=20 ml : 10 g)로 분쇄용 tube에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)로 최대속도 20,000rpm으로 2분간 균질한 다음 pH meter (Istek Model 720p, Korea) 를 사용하여 일정기간별로 측정한다.

(마) 유산균수 측정

: 시료는 생리적 식염수(saline)와 치즈의 적정부위에서 채취한 시료를 2:1의 비율로 분쇄용 튜브에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)를 사용하여 20℃ 하에서 최대속도인 20,000 rpm으로 2분간 균질을 3차례 반복, 분쇄하여 Richardson(1983)의 방법에 따라 10진 희석 후 0.5% Sodium azide가 첨가된 MRS agar 배지를 이용하여 standard plate count법으로 37℃에서 48시간 배양 후 생성된 colony 수가 30~300개 나타난 것을 선별하여 계수한다.

(바) 숙성중 수용성 질소화합물 측정

: 숙성중 수용성 질소화합물(Water Soluble Nitrogen, WSN)의 경시적인 변화는 치즈 5g에 증류수 20mL를 넣고 분쇄 및 균질화를 실시한 후 상등액을 Hull(1947)의 방법으로 정량하였으며, 질소화합물의 정량은 Tyrosine(Sigma사)을 표준물질로 하여 표준 곡선과 환산공식을 얻어 사용하였다. ($y=0.787x$, $R^2=0.999$)

(사) 숙성중 지방산패도 측정

: 산패도는 2M Phosphoric acid와 20% Trichloroacetic acid를 Solution으로 하여 50 mL에 분석 시료 20 g을 섞고 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균질하고 그 중 50 mL는 Whatman NO 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5.0 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid(DW안에 0.005 M) 5.0 mL를 첨가하였다. 튜브를 정치하고 그 혼합물은 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한 후 Vis-Spectro photometer (Model 20D+, MilM/T Roy, USA)을 이용하여 결과색을 spectronic -20D+으로 530nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

(아) 숙성중 Total Phenolic acid 측정

: 시료에 존재하는 Total Phenolic acid 함량은 Shetty, K 등(1995)의 방법을 인용하여 측정하였다. 치즈시료 20g에 증류수 20mL를 넣은 후 2분동안 균질하여 10,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 얻어진 상등액을 실험에 사용하였다. 이때 얻어진 상등액 1mL와 95% ethanol 1mL, 증류수 5mL를 혼합한 후 50%(v/v) Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL를 접종한후 5분간 방치한다. 그리고 5% Na₂CO₃1mL 를 접종한 후 60분간 반응 시킨다. 반응 후 spectrophotometer을 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정한다. gallic acid를 표준물질로 이용하여 총 페놀화합물의 양으로 측정하였다.

(자) 숙성중 DPPH 라디칼 소거능 측정

: 시료의 DPPH 라디칼 소거능은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60μM DPPH 3mL와 상등액 250μL를 혼합한 후 37℃ 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조구는 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼소거능을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(차) 일반성분 분석

: 키토산분말을 첨가한 공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScan™(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총고형분함량(Total Solid)을 측정하였다.

(카) 단쇄 유리 지방산

: 단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이때 GC의 조건은 Table 2 와 같으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미늄 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다. Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg 로 5 분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 μ L 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

(타) 색도

: 색도는 4℃ 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(파) 물성 검사

: Maribo cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 Table 1 과 같은 조건하에서 실험 하였으며, 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

(하) 관능평가

: 시료를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 개월 동안 숙성하면서, 한 달 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 달) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세 자리 난수표로 표기하여 7℃ 에서 저장한 Maribo cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

다. 기능성 반경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험

(1) 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo cheese의 관절염효과 규명을 위한 동물 실험

(가) Medical score, paw thickness

: 관절염 모델 마우스 DBA1/J에 type II bovine 콜라젠은 미근부에 주사하여 관절염을 유발한 뒤 관절염 치료제인 Methotrexate(0.3 g/kg), Caciocavallo 치즈(1 g/kg), 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo 치즈를 급여하면서 관절염의 정도를 18주 동안 관찰하였다.

(나) 병리학적 분석

: 실험에 종료 시점에 취한 무릎관절을 10% 포르말린용액에 담가 세포를 고정화 한 후, 5% EDTA로 탈회과정을 거쳐 파라핀에 고정시킨 후 5mm두께의 절편으로 만든다. 그 후 샘플을 hematoxylin과 eosin으로 염색한 뒤 전자현미경을 통해 관찰하였다.

(다) 비장지수

: 실험 종료 시 비장을 채취하여 그 무게를 측정하여 다음과 같은 방식으로 비장지수를 측정하였다.

*비장지수=(CIA그룹의 비장무게/CIA그룹의 몸무게)/(대조군그룹의 비장무게/대조군의 몸무게)

2. 제 2차년도 (2012)

가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질의 탐색 및 선정

(1) 효소(또는 효소홍삼) 유효성분 19종 분석방법 셋팅

(가) 분석법 셋팅

- ① 목적 및 목표 : 효소처리 등의 방법으로 전환된 진세노사이드를 분석하기 위해 법적 기준(Rg1, Rb1)에 17개 진세노사이드를 추가하여 동시에 분석할 수 있는 방법을 개발 하였다.
- ② 시험 방법 : 식품의약품안전처에서 고시한 '건강기능식품의 기준 및 규격(2014)' 중 제 4. 3-55. 진세노사이드 분석 방법
- ③ 표준물질 : Ginsenoside 19종(PPT 6종, PPD 13종. Sigma 시약)

④ 분석기기 :UPLC

- ① Column: UPLC BEH Shield RP 18(1.7um, 2.1×100mm)
- ② Column Temp: 40℃, Injection Vol: 3ul
- ③ Mobile phase: A: DW, B: Acetonitrile

Table 6. Condition of UPLC analysis about mobile phase

Time (min)	A (%)	B (%)	Flow rate (mL/min)
0	85	15	0.6
0.5	85	15	0.6
12	70	30	0.6
16	60	40	0.6
23	40	60	0.6
25	10	90	0.6
25.5	10	90	0.6
26	85	15	0.6
26.5	85	15	0.6

-.Detector: UV 203nm

(나) 효소홍삼 제조를 위한 홍삼 유효성분 추출 공정 설계 & 추출조건별 사포닌 함량 비교

- ① 목적 및 목표 : 효소처리 등의 방법을 이용한 전환 공정의 원료를 얻기 위하여 지표 성분 진세노사이드 함량이 최고로 추출되는 조건 탐색
- ② Vital Few-X(실험지표)
 - ㉠ 원료 선택 : 백삼(White ginseng), 홍삼(red ginseng) / 홍삼의 부위별 테스트 (미근, 주근 함량 조절)
 - ㉡ 원료 분쇄도 : 분쇄도가 높을수록 표면적이 넓어져 추출 속도 증가, 용매의 용해도 선택성이 감소하여 불필요한 성분 추출 증가
 - ㉢ 추출 용매 : 수율 및 지표성분 함량 비교하여 선정 → 에탄올 및 물 사용(식품허가)
 - ㉣ 추출 농도: 원재료의 용매의 비율이 높아지면 농도차가 커져서 확산속도가 빨라지지만, 농축해야 할 용액이 많아져 생산성 감소 → 에탄올과 물의 비율 조정하여 결정
 - ㉤ 추출 온도: 온도가 높을수록 추출 속도 증가, 불필요 성분 용출 증가 및 열에 약한 성분 불활성화
 - ㉥ 추출 시간: 시간이 길어질수록 불순물 유출이 늘어나 유효성분 농도 낮아짐
 - ㉦ 추출 횟수: 차수별 추출 수율을 고려하여 설정

(다) 홍삼 진세노사이드 전환 방법

① 진세노사이드 대사경로

진세노사이드는 효소 또는 산으로 분해과정을 거치면 다음과 같은 대사경로를 거치며 대사경로가 진행될수록 당성분이 제거되면서 흡수가 용이한 형태로 되며 각각의 물질들은 서로 다른 기능성을 가진다. 특히, Rg₃, CK, F₂ 성분의 기능이 우수한 것으로 나타나고 있다.

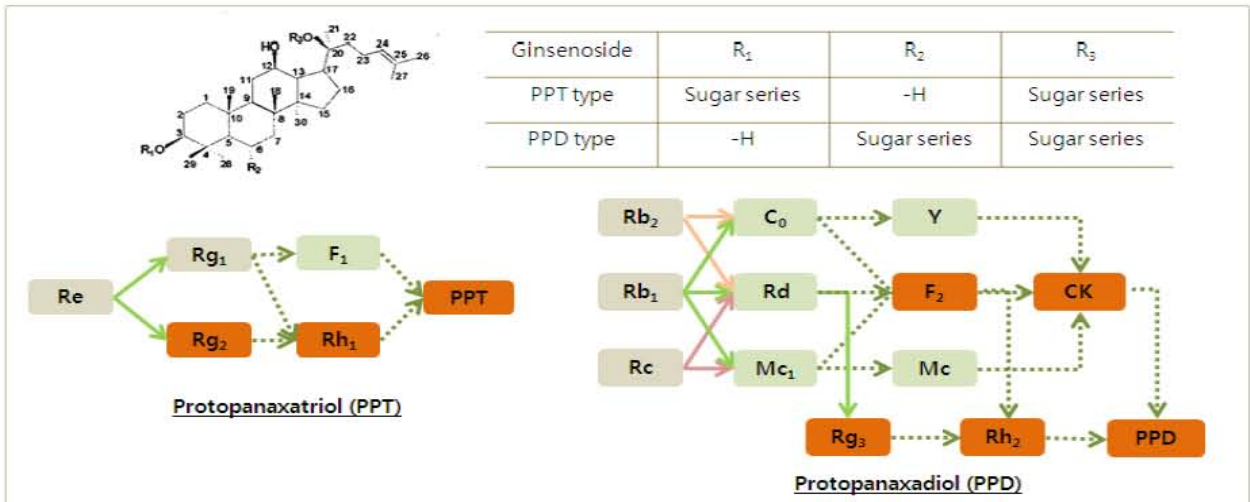


Figure 4. Metabolism pathway of ginsenosides

② 홍삼 진세노사이드 전환 방법 모색

홍삼 진세노사이드의 전환 방법은 총 4가지로 하기 Table 7과 같다.

Table 7. Conversion methods of ginsenosides

종류	반응	장점	단점
산에 의한 촉매작용	가수분해, 첨가반응, 산화반응, cyclization, epimerization	한가지 촉매가 많은 유형의 반응을 촉매	선택적 가수분해 어려움
염기에 의한 가수분해		산가수분해에 비해 cyclization, epimerization 부 반응 감소	높은 반응온도, 고농도의 강염기 필요, 선택적 가수분해 어려움, 환경오염 유발
효소, 미생물에 의한 전환	β-glucosidase 구조반전(inversion) → 두 작용기 사이의 거리가 약 10 Å, 구조유지(retention) → 5.5 Å 방식으로 반응 촉매 ① 직접 미생물 이용 (곰팡이, 세균, 장내세균) ② 미생물로 분리한 효소 (glucosidase) 이용	특이적으로 작용하여 높은 선택성, 상온, 상압, 중성 pH 반응 진행	
물리적 힘	열과 압력(초고압 등) 처리		

※ 세균류: 유산균, *Bacillus sp.*, 발효식품 유래 종류 / 발효에서 걸리는 시간이 짧다

※ 진균류: 황국균, 발효식품 유래의 곰팡이, 식용버섯의 균사체 / 발효에 걸리는 시간이 길고, 전이 확률이 낮음

이 중 특히 Rg3는 산에 의한 촉매작용(분해)에 의해 많이 형성되며 CK, F2는 효소 또는 미생물에 의한 전환 방법으로 많이 형성될 수 있는 것으로 알려졌다. 그리하여 제 1 세부 기관에서는 이 2가지 방법을 이용하여 Rg3, CK와 F2의 함량을 높이는 실험에 착수하였다.

③ 효소 전환 조건 설정

㉞ 진세노사이드 효소 전환을 위한 효소 선정

홍삼 진세노사이드의 효소 전환을 위해 14종의 효소를 적용하여 실험하였으며 상세 spec은 다음과 같다.

Table 8. A list of selected enzymes for enzymatic conversion test of ginsenosides

No.	enzyme name	category	origin	optimum conditions	
				pH	temp. (°C)
1	Ceremix 6XMG	β -glucanase	<i>Bacillus Humicola</i>	5	55
2	Pectinex Ultra SP-L	pectinase	<i>Aspergillusaculeatus</i>	4.5	35
3	Viscozyme L	β -glucanase	<i>Aspergillusaculeatus</i>	5	50
4	Celluclast 1.5L FH	cellulase	<i>Trichodermareesei</i>	5	55
5	Novozym 33095	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	5	55
6	Cytolase PCL5	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	4	55
7	Multifec Pectinase FE	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	4	45
8	Rapidase C80MAX	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	4	45
9	Rapidase SMART	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	4	45
10	Rapidase SMART CLEAR	pectinase	<i>Aspergillusniger</i>	4	45
11	Addzyme BGP	β -glucosidase	<i>Aspergillusniger</i>	5	55
12	SumyzymeAC	cellulase	<i>Aspergillusniger</i>	4	55
13	Sumyzyme SPC	cellulase	<i>Aspergillusniger</i>	4	50
14	Rohament CL	cellulase	<i>Trichodermareesei</i>	5	55

효소 선별 조건은 추출물 10brix를 autoclave에서 80°C에서 30분 처리하여 완전 멸균 후에 각 효소를 1% 농도로 첨가하여 55°C에서 효소 반응을 진행하였다.

㉟ 진세노사이드 효소 전환을 위한 효소 농도 최적화 실험

효소 전환을 위한 효소 농도 최적화 실험은 홍삼에탄올 추출물 10brix를 상기 조건과 같이 멸균한 후에 효소 전환은 55°C에서 진행하였으며 효소 불활성화는 90°C에서 10분간 진행하였다.

㊱ 진세노사이드 효소 전환 반응시간 최적화 실험

㊲ 효소 시너지 효과 규명

효소 전환을 위한 효소 간의 시너지 효과를 규명하기 위해 Cytolase와 Sumyzyme AC을 10:0, 9:1, 5:5, 1:9, 0:10의 비율로 실험을 진행하였다.

㊳ 산에 의한 분해 조건 설정을 위한 실험

산에 의한 분해(이하 유기산 전환) 조건은 홍삼 에탄올 추출물 25brix 로 조정 한 후 50% 구연산을 이용하여 pH를 2.0, 2.5, 3.0, 4.0으로 조절하여 실험 진행하였다. 대조군의 pH는 4.89였으며 유기산 전환 온도는 80°C, 샘플링 시간은 1시간 단위로 진행하였다.

④ 정제 조건 설정을 위한 실험

㉞ 정제 조건 순서 및 요인 분석

정제 기술로 불필요한 성분을 분리하여 순도가 높은 고농도 분획물을 얻기 위해 하기 Fig. 5와 같은 공정을 기본으로 하고 정제 조건 요인 7종을 고려하여 최적 조건을 설정하기로 하였다.



Figure 5. Process flow and considered factors of purification

㉞ 정제 조건 설정

실험 방법: 실험 재료는 홍삼 에탄올 추출액, 유기산 전환액(1, 2차), 효소 전환액(1차)이었고, 정제를 위한 resin은 Diaion HP-20(styrene, high porous type synthetic adsorbent) 였다.

정제 단계는 하기 Figure 6과 같다.

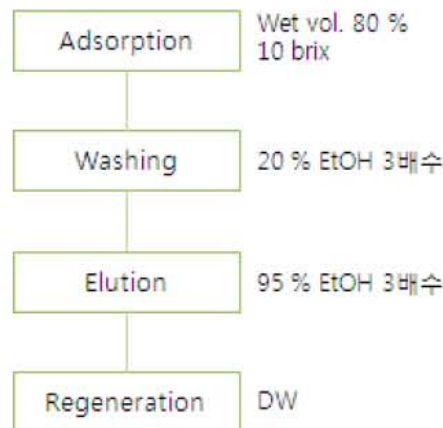


Figure 6. Process flow of ginseng extract purification

(라) 홍삼이 효소 전환 및 유기산 전환액의 Pilot scale 생산 공정 최적화

① Scale-up (추출) 재현성 실험

㉔ 실험방법 : 홍삼의 주근과 미근을 7:3으로 준비하여 반응기 1000L에 250L를 첨가한 후 70% 에탄올을 효소 홍삼 양의 10배로 첨가하여 농도를 대략 10brix로 맞추었다. 추출은 6시간씩 3회 총 18시간 추출을 진행하였다. 이때 온도는 70℃였다. Lab scale과는 다르게 홍삼 원료를 절편으로 사용했으며 추출온도는 lab scale 보다 10℃ 높게 설정하였다. 이유는 원물의 양이 많아지면서 효율적인 열전달율이 떨어질 수 있으므로 온도를 보정한 것이다.

② Scale-up (유기산 전환) 재현성 실험

㉔ 실험방법 : 100L 반응기에 홍삼 에탄올 추출물(10Brix) 40L를 넣은 후 효소를 첨가하였다. 효소 종류는 Cytolase PCL5와 Sumzyme AC를 혼합하여 사용했으며, 효소의 양은 기질 양의 0.75%, 효소반응 온도는 55℃, pH는 50% 구연산을 이용하여 4.0로 맞추었다. 효소 반응시간은 40-44시간으로 진행하였으며 효소 불활성화 작업은 온도 90℃으로 10분간 실시하였다.

(2) 라이코펜 미세캡슐 분말 제조 및 특성

라이코펜 미세캡슐 분말 입자를 관찰하기 위해 SEM (Scanning Electron Microscope, HITACHI S-4700, Tokyo, Japan)으로 측정하였고, 나노망콩나물 분말의 입자크기 분포 측정을 위해 Ultrasonication with tapered probe (VCX 750, Sonics & materials, inc., Newtown, NJ, USA)로 분산시킨 후, Particle analyzer (DelsaTMNano, Beckman CoulterInc., Fullerton, CA, USA)으로 측정하였다.

나. 기능성 강화 경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 홍삼 분해물 분말 첨가 Asiago cheese의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 원유 및 Starter

: 공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%). 아시아고 치즈의 Starter는 FD-DVS ABT-5 (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria*, and *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark)를 원유 100L당 2.5g을 접종하였다.

(나) 시험설계

Table 9. Formulation of Experimental Asiago cheese supplemented with Red Ginseng Powder.

	Con.	PRGAC 0.1% ¹⁾	PRGAC 0.3% ²⁾	PRGAC 0.5% ³⁾	NRGAC 0.1% ⁴⁾	NRGAC 0.3% ⁵⁾	NRGAC 0.5% ⁶⁾
Raw Milk	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg
Starter Culture	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g
CaCl ₂	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL
Rennet	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL
Curd weight	10,000g	9,990g	9,970g	9,950g	9,990g	9,970g	9,950g
Red Ginseng Powder	0g	10g	30g	50g	10g	30g	50g
	Con.	RGEAC 0.1% ⁷⁾	RGEAC 0.3% ⁸⁾	RGEAC 0.5% ⁹⁾	RGHAC 0.1% ¹⁰⁾	RGHAC 0.3% ¹¹⁾	RGHAC 0.5% ¹²⁾
Raw Milk	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg
Starter Culture	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g
CaCl ₂	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL
Rennet	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL
Curd weight	10,000g	9,990g	9,970g	9,950g	9,990g	9,970g	9,950g
Red Ginseng Powder	0g	10g	30g	50g	10g	30g	50g

¹⁾ PRGAC 0.1% : curd used was treated with 0.1% powdered red Ginseng for Asiago cheese

²⁾ PRGAC 0.3% : curd used was treated with 0.3% powdered red Ginseng for Asiago cheese

³⁾ PRGAC 0.5% : curd used was treated with 0.5% powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁴⁾ NRGAC 0.1% : curd used was treated with 0.1% nano-powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁵⁾ NRGAC 0.3% : curd used was treated with 0.3% powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁶⁾ NRGAC 0.5% : curd used was treated with 0.5% powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁷⁾ RGEAC 0.1% : curd used was treated with 0.1% EtOH extraction-powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁸⁾ RGEAC 0.3% : curd used was treated with 0.3% EtOH extraction-powdered red Ginseng for Asiago cheese

⁹⁾ RGEAC 0.5% : curd used was treated with 0.5% EtOH extraction-powdered red Ginseng for Asiago cheese

¹⁰⁾ RGHAC 0.1% : curd used was treated with 0.1% enzymatic conversion-powdered red Ginseng for Asiago cheese

¹¹⁾ RGHAC 0.3% : curd used was treated with 0.3% enzymatic conversion-powdered red Ginseng for Asiago cheese

¹²⁾ RGHAC 0.5% : curd used was treated with 0.5% enzymatic conversion-powdered red Ginseng for Asiago cheese

(다) 제조공정

홍삼분말 첨가 아시아코치즈의 제조공정 수립

Raw milk (T.A 0.14%, 100L) Standardization.

↓

Pasteurization at 63°C, 30min. Cooling at 35°C and setting in vat

↓

Starter culture inoculation ABT-5 (2.5g) and CaCl₂(20mL),50min

↓

Add Rennet(20time dilution,19mL/100kg) 30min

↓

Cutting by cheese knife(3~5mm), standing for 3 min

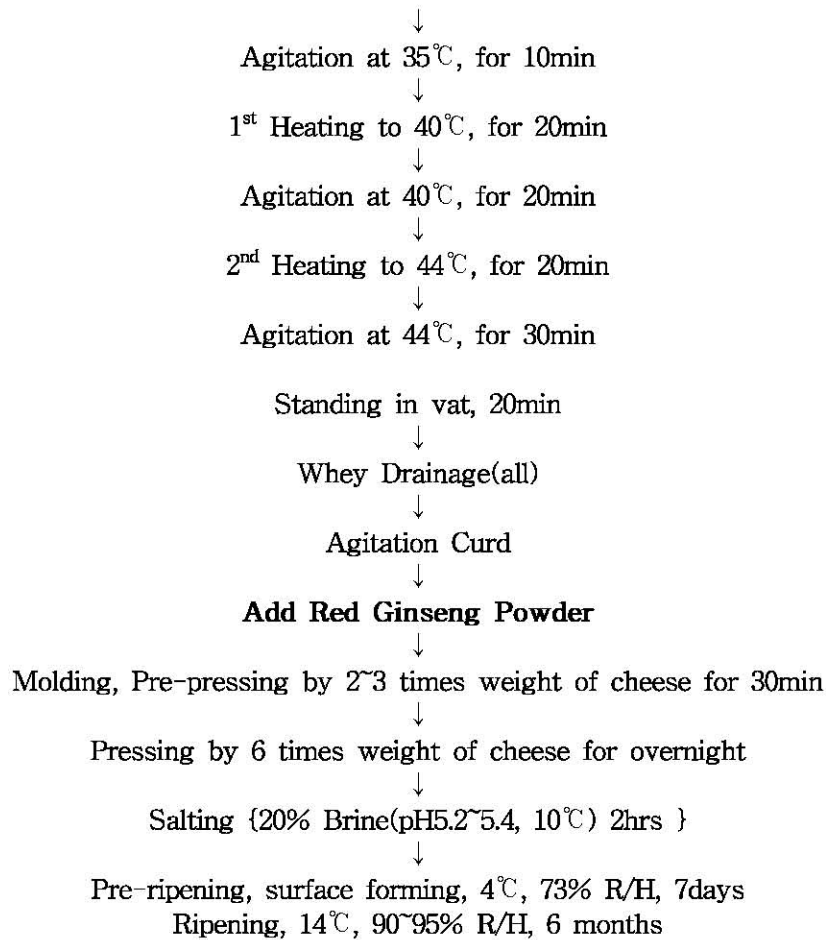


Fig 7. Procedure for Asiago cheese manufacture supplemented with red Ginseng powder.

(라) pH 측정

pH는 생균수 측정법과 동일한 방법으로 생리적 식염수(saline)와 치즈를 2:1의 비율(saline :cheese=20 ml : 10 g)로 분쇄용 tube에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach,Germany)로 최대속도 20,000rpm으로 2분간 균질한 다음 pH meter (Istek Model 720p,Korea)를 사용하여 일정기간별로 측정하였다.

(마) 유산균 수

시료 1 g 을 2% Sodium citrate 9 mL 을 가해 1,500 rpm 에서 1 분간 균질 한 후 멸균 식염수에 십진 희석하여 MRS agar 에 브롬페놀블루 (Bromophenol blue, BPB) 를 0.002% 첨가하여 37°C 에서 48 시간 배양하여 형성된 colony 를 계측하여 CFU(colony forming unit)/mL 로 나타냈고, 측정은 3 회 반복실험을 실시하여 평균값으로 나타냈다. MRS agar 는 MRS broth 5.5%, Agar 1.5~2.0%, BPB 0.001~0.002% 를 혼합하여 제조하였으며, 멸균식염수는 0.85% NaCl 농도로 사용하였다.

(바) 숙성중 수용성질소화합물 측정

치즈의 숙성중 WSN의 경시적인 변화는 치즈 5.0g에 증류수 20mL를 넣고 분쇄 및 균질화를 실시한 후 그 상등액을 Hull(1947)의 방법으로 정량하였으며, 질소화합물의 정량은 Tyrosine (Sigma사)을 표준물질로 하여 표준 곡선과 환산공식을 얻어 사용하였다. ($y=0.787 x$, $R^2=0.999$)

(사) 숙성중 Total Phenolic acid 측정

시료에 존재하는 Total Phenolic acid 함량은 Shetty, K 등(1995)의 방법을 인용하여 측정하였다. 치즈시료 20g에 증류수 20mL를 넣은 후 2분동안 균질하여 10,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 얻어진 상정액을 실험에 사용하였다. 이때 얻어진 상정액 1mL와 95% ethanol 1mL, 증류수 5mL를 혼합한 후 50%(v/v) Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL를 접종한후 5분간 방치한다. 그리고 5% Na_2CO_3 1mL를 접종한 후 60분간 반응 시킨다. 반응 후 spectrophotometer을 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정한다. gallic acid를 표준물질로 이용하여 총 페놀화합물의 양으로 측정하였다.

(아) 숙성중 DPPH 라디칼 소거능 측정

시료의 DPPH 라디칼 소거 능은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60 μM DPPH 3mL와 상정액 250 μl 를 혼합한 후 37 $^\circ\text{C}$ 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(자) 일반성분 분석

일반성분으로는 수분, 조단백질 (Kjeldahl 방법)이 있으며, 이는 AOAC 방법에 따라 분석하였다.

(차) 색도

색도는 4 $^\circ\text{C}$ 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(카) 물성 검사

Asiago cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 Table 10 과 같은 조건하에서 실험 하였으며, 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착(gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

Table 10. Operating conditions employed for texture analysis using the texture analyzer (TMS Pro)

Load cell	; 100N
Cross-head speed	; 5 cm/min
Chart recorder speed	; 10 cm/min
Cross-head speed : chart recorder speed	; 1 : 2
Sample area	; 1.5 cm ²
Sample size	; Cube 1.5 cm × 1.5 cm
Per cent compression	; 25 % compression
Test temperature	; Stored at room temperature for 30 min before analysis

(타) 관능 평가

시료를 14℃, 상대습도 95% 에서 4 개월 동안 숙성하면서, 한 달 간격 (0, 1, 2, 3, 4 달) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7℃ 에서 저장한 Asiago cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

(2) 라이코펜 추출물 분말 첨가 Appenzella cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 원유 및 Starter

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%). 아펜젤러치즈는 KAZU 1 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lac. lactis* subsp. *cremoris*, *Lac. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, and *Lactobacillus helveticus*; Danisco Culture Co., Denmark)과 FD-DVS FLORA-DANICA (*Lac. lactis* subsp. *cremoris*, *Lac. lactis* subsp. *diacetylactis*, *Lac. lactis* subsp. *lactis*, and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*; Chr. Hansen A/S, Denmark)의 DVS를 각각 1:1로 혼합하여 원유 100L당 2.5g(각각 1.25g)을 접종하였다.

(나) 시험설계

Table 11. Formulation of Experimental Appenzeller cheese supplemented with Lycopene Powder.

	Con.	LPAC 1.0% ¹⁾	LPAC 2.0% ²⁾	LPAC 3.0% ³⁾	LPAC 4.0% ⁴⁾
Raw Milk	100kg	100kg	100kg	100kg	100kg
Starter Culture	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g	2.5g
CaCl₂	20mL	20mL	20mL	20mL	20mL
Rennet	19mL	19mL	19mL	19mL	19mL
Curd weight	10,000g	9,000g	9,800g	9,700g	9,600g
Red Ginseng Powder	0g	100g	200g	300g	400g

¹⁾ LPAC 1.0% : curd used was treated with 1.0% powdered Lycopene for Appenzeller cheese

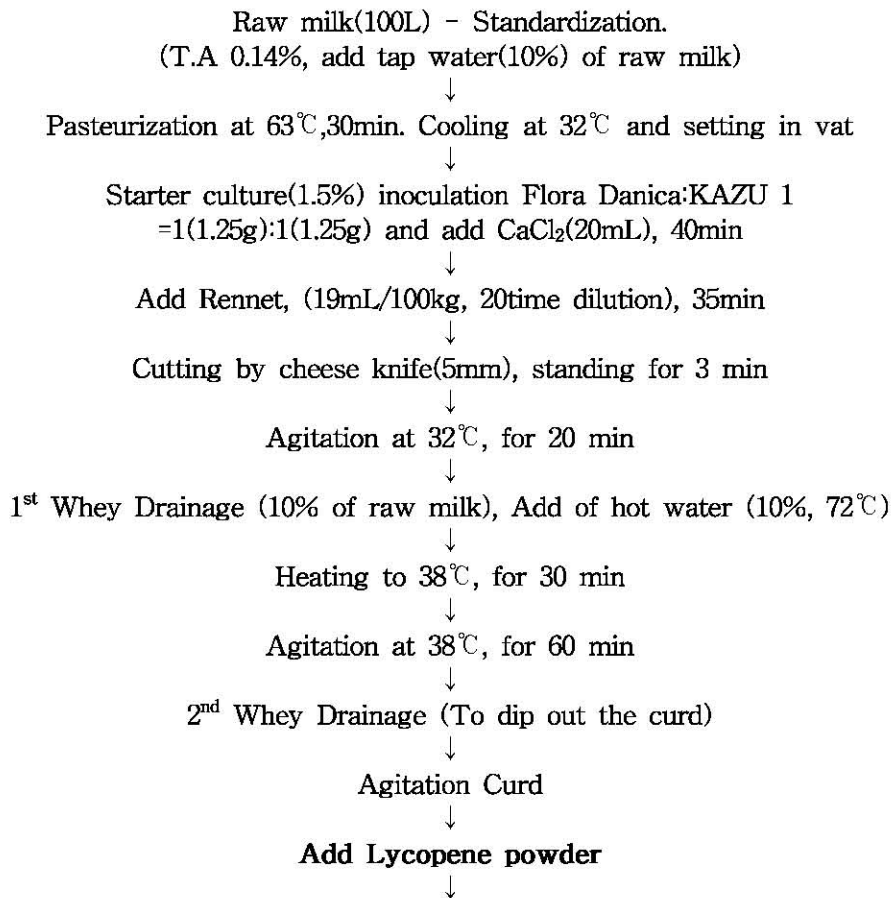
²⁾ LPAC 2.0% : curd used was treated with 2.0% powdered Lycopene for Appenzeller cheese

³⁾ LPAC 3.0% : curd used was treated with 3.0% powdered Lycopene for Appenzeller cheese

⁴⁾ LPAC 4.0% : curd used was treated with 4.0% powdered Lycopene for Appenzeller cheese

(다) 제조공정

라이코펜 분말캡슐 첨가 아펜젤러치즈의 제조공정 수립



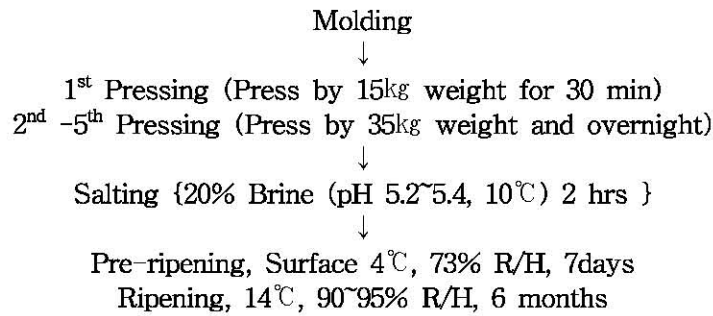


Fig 8. Procedure for Appenzeller cheese manufacture supplemented with Lycopene powder.

(라) pH 측정

pH는 생균수 측정법과 동일한 방법으로 생리적 식염수(saline)와 치즈를 2:1의 비율(saline :cheese=20 ml : 10 g)로 분쇄용 tube에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)로 최대속도 20,000rpm으로 2분간 균질한 다음 pH meter (Istek Model 720p, Korea)를 사용하여 일정기간별로 측정하였다.

(마) 유산균수 측정

시료는 생리적 식염수(saline)와 치즈의 적정부위에서 채취한 시료를 2:1의 비율로 분쇄용 튜브에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)를 사용하여 20°C하에서 최대속도인 20,000 rpm으로 2분간 균질을 3차례 반복, 분쇄하여 Richardson(1983)의 방법에 따라 10진 희석 후 BCP agar(EIKEN CHEMICAL CO., LTD. Tochigi, Japan) 배지를 이용하여 standard plate count법으로 37°C에서 24시간 배양 후 생성된 colony 수가 30~300개 범위로 나타난 것을 선별하여 계수하였다.

(바) 숙성중 수용성질소화합물 측정

치즈의 숙성중 WSN의 경시적인 변화는 치즈 5.0g에 증류수 20mL를 넣고 분쇄 및 균질화를 실시한 후 그 상등액을 Hull(1947)의 방법으로 정량하였으며, 질소화합물의 정량은 Tyrosine (Sigma사)을 표준물질로 하여 표준 곡선과 환산공식을 얻어 사용하였다. ($y=0.787 x$, $R^2=0.999$)

(사) 숙성중 지방산패도 측정

산패도는 2M Phosphoric acid와 20% Trichloroacetic acid를 Solution으로 하여 50 mL에 분석시료 20 g을 섞고 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균질하고 그 중 50 mL는 Whatman NO 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5.0 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid(DW안에 0.005 M) 5.0 mL를 첨가하였다. 튜브를 정치하고 그 혼합물은 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한 후 Vis-Spectro photometer (Model 20D+, MilM/T Roy, USA)을 이용하여 결과 색을 spectronic -20D+으로 530nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

(아) 숙성중 DPPH 라디칼 소거능 측정

시료의 DPPH 라디칼 소거 능은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60 μ M DPPH 3mL와 상징액 250 μ l를 혼합한 후 37 $^{\circ}$ C 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(자) 일반성분 분석

홍삼분말을 첨가한 공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScanTM(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(차) 단쇄 유리 지방산

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이때 GC의 조건은 Table 2 와 같으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미늄 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다. Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg 로 5 분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 μ L 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

(카) 색도

색도는 4 $^{\circ}$ C 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(타) 물성 검사

Appenzella cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 Table 1 과 같은 조건하에서 실험 하였으며, 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

(과) 관능평가

시료를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 개월 동안 숙성하면서, 한 달 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 달) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7℃ 에서 저장한 Appenzella cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

다. 기능성 경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험

(1) 홍삼 분해물의 관절염효과 규명을 위한 동물실험

(가) 체중, 유발을, 부종 측정

관절염 유발 모델인 DBA/1J 마우스를 통해서 관절염을 유발하였고, 유발 1주일 전부터 홍삼 (홍삼 일반분말, 홍삼 나노분말, 홍삼 에탄올 추출물, 홍삼 가수분해물)을 급여하였다. 35일간에 걸쳐서 관절염의 증상 정도를 관찰하였다.

(나) 관절염 지수

관절염 유발된 DBA/1J 마우스를 35일간에 걸쳐서 관절염 증상을 관찰하였고 관절염 지수 결과를 확인했다.

(다) 혈액 분석

실험 종료시 채혈한 혈액으로 루미넥스 시스템을 통해 분석하였다.

(라) 병리조직검사

병리조직분석은 우측 뒷발가락을 절편을 만들어 염색 후 관찰하였고 관절과 뼈의 염증 및 섬유화 등에 중점을 두어 점수로 나타내었다.

(마) 비장지수

실험 종료시 비장을 채취하여 그 무게를 측정하여 다음과 같은 방식으로 비장지수를 측정하였다.

(2) 라이코펜 추출물 분말 첨가 Appenzeller cheese의 혈중 콜레스테롤 저하에 관한 동물실험

(가) 체중 측정

실험동물을 High fat diet로 4주간 사육 후 Appenzeller cheese (Control)와 토마토 추출물을 1, 2, 3, 4% 첨가한 Appenzeller cheese를 섭취 시켜 실험동물의 체중 증가량 측정하였다.

(나) 혈중 콜레스테롤 측정

총 콜레스테롤, Triglyceride (TG), high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) 은 Fuji Photo Film Co., Ltd. (Kanagawa-ken, Japan)로부터 나온 total cholesterol-PⅡ, TG-PⅡ, and

HDL-C-P 에 의하여 측정되었다. low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C)는 다음 식을 통하여 계산하였다.

$$\text{LDL-C content} = \text{total cholesterol content} - (\text{HDL-C content} + \text{TG}/5)$$

(다) 간과 신장에서 콜레스테롤 측정

간과 신장의 중성 지질과 총 콜레스테롤은 Folch 등의 방법을 따라 추출하였다. 간과 신장에서의 중성 지질과 총 콜레스테롤은 Fuji Photo Film Co., Ltd. (Kanagawa-ken, Japan)로부터 나온 TCHO-PⅡ and TG-PⅡ 에 의하여 측정되었다.

3. 제 3차년도(2013)

가. 기능성 소재 생산기술 개발

(1) 효소홍삼 표준규격 설정

(가) 지표 성분 선정

경희대학교(2006, 2008)와 성종환 등(1997)에 의하면 홍삼의 주요 유효성분인 진세노사이드의 종류와 효능은 Table 12와 같다. 진세노사이드는 자연적으로는 당과 결합되어 있는 고분자의 배당체(glycoside) 형태로 많이 존재하는데, 이 중 식품의약품안전처에서 홍삼의 품질지표로 지정하여 홍삼제품의 표시사항에 기능성분으로 표기하게 되는 진세노사이드는 Rg₁, Rb₁, Rg₃의 3종이며, 이들은 주로 면역기능 강화, 항염증, 혈관질환 예방 등의 효능을 보인다. 또한 홍삼 내에 극미량 함유되어 있지만 환원당이 다소 떨어져나간 저분자 형태로 체내에서 소화흡수가 쉬워 효능을 잘 나타내는 진세노사이드는 Compound K(이하 CK)와 F₂이다. 이들의 주요한 효능은 항암, 항당뇨, 피부미용, 피로개선 등으로 최근 소비자들의 관심대상이 되고 있다.

Table 12. Major functionality of ginsenosides

분 류	진세노사이드명칭	주요 효능
Major ginsenoside	Rg ₁	중추 신경계 진정(안정), 콜레스테롤 대사 촉진, 혈관 확장, 혈소판 응집 억제, 항염증
	Rb ₁	면역 기능 강화, 항염증, 항피로, 항스트레스
	Rg ₂	기억력 개선, 혈관세포 보호
	Rf	통증 억제
	Re	DNA와 RNA 합성
	Rc	혈청 단백질합성 촉진 및 플라스민 활성화
Minor ginsenoside	Rg ₃	관상동맥질환억제, 항암 활성, 혈소판 응집억제, 항산화활성, 피부 개선효과
	Rh ₁	기억력 개선효과, 항알러지, 항염, 산화적 스트레스로부터 적혈구 세포막 보호
	Rh ₂	항암 활성, 암세포 전이 억제, 항 당뇨 활성, 신경계 질환 경감
	Rk ₁	항암 활성

Rg5	자가면역 피부질환 억제, 항산화 활성
Compound K	항암 활성, 항 당뇨 활성, 항 고지혈증, 염증성 질환 치료
F2	종양세포 증식억제, 종양세포 또는 세균의 다제내성 완화

(나) 진세노사이드 전환에 따른 효소홍삼 공정도 청사진

효소홍삼이 주목을 받고 있는 이유는 바로 구조가 간단하여 소화흡수가 용이한 저분자 진세노사이드들을 많이 함유하고 있기 때문이다. 즉, 본 연구의 목적인 효능이 우수한 효소홍삼 농축분말을 제조하기 위해서는 저분자 진세노사이드의 함량을 높이는 공정을 개발하여야 한다. 주관연구기관(동원F&B)에서는 기존 논문 및 특허분석 기술을 이용하여 진세노사이드 전환 과정에 따른 효소홍삼 공정도 청사진을 Fig. 9와 같이 구상하였다.

홍삼 원료(분말 또는 절편 형태)로부터 저분자 진세노사이드인 CK, F2, Rg2, Rh1, Rg3의 함량이 높은 효소홍삼을 만들기 위해서는 크게 추출 → 정제 → 유기산 또는 효소(β -glucosidase) 처리를 통한 진세노사이드 분해의 과정을 거쳐야 함을 알 수 있었다. 주관연구기관에서는 이 청사진을 바탕으로 공정 설계를 진행하여 실제 진세노사이드 함량 분석을 통한 품질 control을 실시하였다.

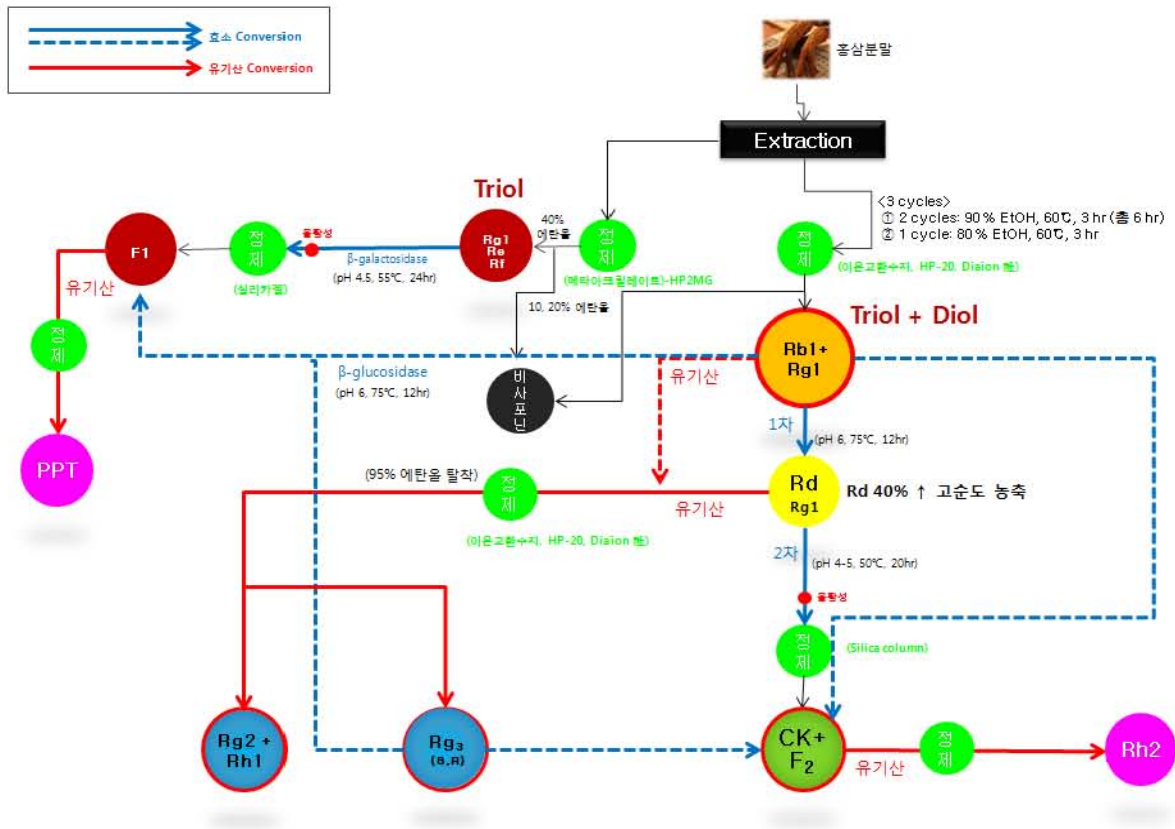


Figure 9. A blueprint of enzymatically modified ginseng manufacturing process

(다) 효소홍삼 진세노사이드 자체 규격 설정

효소홍삼은 진세노사이드의 기능 및 효능을 기준으로 하여 4가지 그룹으로 나누어 품질관리

를 진행하도록 자체 규격을 설정하였다. 첫 번째 그룹(group 1)은 protopanaxatriol(PPT) 및 protopanaxadiol(PPD)의 가장 주요성분인 Rg₁, Rb₁ 그리고 중요한 유기산 전환 진세노사이드인 Rg₃로 선정하였고, 두 번째 그룹(group 2)은 진세노사이드의 최종 전환 산물인 F₂와 CK로 선정했다. 세 번째 그룹(group 3)은 PPT 성분 중 Rg₁과 효능이 비슷하지만 홍삼의 진세노사이드 전환 과정 중 안정성이 우수한 Rg₂, Rh₁을 성분 규격으로 선정하였다. 마지막으로 네 번째 그룹(group 4)은 효소홍삼 내에 포함되어 있는 총 진세노사이드로 정하였다. 상세한 규격은 하기 Table 13과 같다.

Table 13. Self control standards of ginsenosides in enzymatically modified ginseng

진세노사이드 종류	규격 함량(mg/g)
Rg ₁ + Rb ₁ + Rg ₃	≥30
F ₂ + CK	≥10
Rg ₂ + Rh ₁	≥4
총 진세노사이드	≥200

(2) 효소홍삼 표준규격 설정

2차년도 연구에서 확립한 효소홍삼 제조공정 단계별 최적 조건을 토대로 하여 3차년도에는 전체 공정도를 설계한 다음, 이의 효과를 분석하였다.

(가) 1차 공정도 설계 방법

본 연구에서 개발하고자 하는 효소홍삼의 제조 공정도는 논문 및 특허분석을 통해 구상한 공정도 청사진과 국내 홍삼제품 제조업체에서 널리 사용되는 공정도를 기반으로 초도(1차) 설계하였다. 1차 공정도와 공정 단계별 최적 조건은 아래의 Fig. 10 및 Table 14와 같다. 1차로 설계된 공정 순서는 홍삼 원료 추출 → 추출물을 3등분으로 나누어 각각 바로 정제, 또는 유기산 처리를 통한 저분자 진세노사이드로의 전환(이하 유기산 전환) 후 정제, 또는 효소 처리를 통한 저분자 진세노사이드로의 전환(이하 효소 전환) 후 정제 → 정제물 농축 → 분말화로 구성되어 있다.

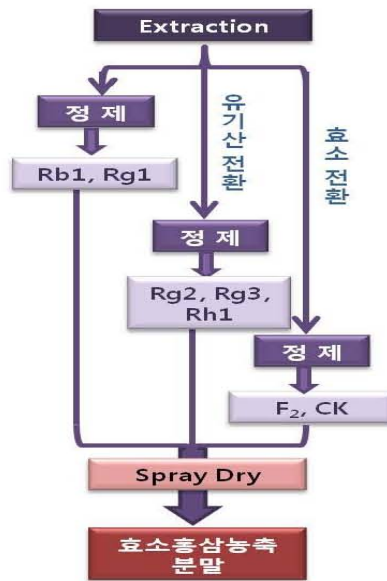


Figure 10. Manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder (1st version)

Table 14. Each optimal condition per process of enzymatically modified ginseng concentrate powder manufacture

공정 단계	단계의 목적	공정 변수	변수별 최적 조건
원료 투입	-	주근 : 미근 비율	70 : 30
추출	홍삼 원료 내 성분 추출 [사포닌+부산물 (당, 섬유질, 지질등)]	용매 조성	물 30%, 에탄올 70%
		온도(°C)	60
		시간(hr)	6
		반복횟수(회)	3
정제	추출물 내 부산물 제거/ 사포닌의 농도 높임.	칼럼 수지 활성화 → 세척(증류수 : 수지의 2배수 양) → 20%에탄올 : 수지의 1배수 양) → 용리(95%에탄올 : 수지의 4배수 양)	
유기산 전환	Rg3, Rg2, Rh1의 함량을 높임.	pH	3
		시간(hr)	5
효소 전환	F2, CK의 함량 높임.	효소 종류	Sumyzyme AC + Cytolase PCL5
		효소 농도(%)	1.5
		온도 / pH	55°C / 4 (사용 효소의 최적 활성조건)
		시간(hr)	48

(나) 1차 설계 공정 효율성 분석 방법

1차로 설계된 공정이 우수한 효소홍삼 제품을 제조할 수 있는 효율적인 방법인지 판단하기 위하여 Fig. 11의 공정도에 따라 주관연구기관 연구실(동원식품과학연구원)에서 효소홍삼농축

액 샘플을 제조한 후 샘플 내 지표 유효성분(이하 지표성분) 함량을 측정하였다. 지표성분의 종류와 그 함량의 기준은 상기 Table 11에서 정한 자체 규격 이상으로 잡았다. 또한 지표 성분 중 단일 진세노사이드 7종 (Rg₁, Rb₁, Rg₃(S), Rg₂, Rh₁, Compound K, F₂)의 함량은 2차년도 연구 중 셋팅한 UPLC 분석법으로 측정하였으며, 총 진세노사이드 함량은 건강기능식품공전(2004)의 제 3. 건강기능식품별 기준 및 규격 2. 인삼제품 5)시험방법 (1) 인삼성분 함량(조사포넌 함량)의 방법을 따라 측정하였다. 총 진세노사이드 함량 분석의 자세한 방법은 다음 Fig. 30과 같다.

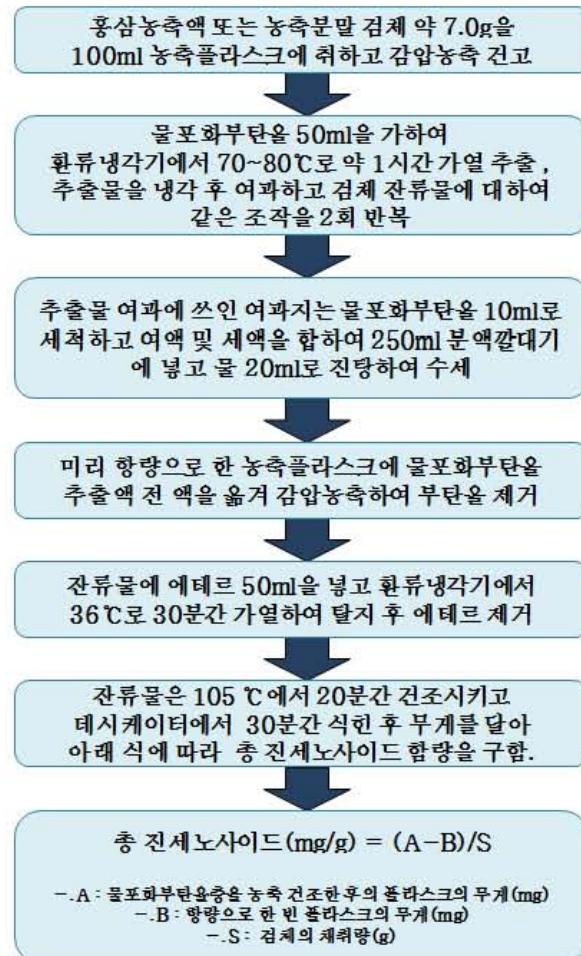


Figure 11. Total ginsenosides analysis method in ginseng products

(다) 2차 공정도 설계 방법

1차 설계 공정으로 효소홍삼을 제조한 결과 함량 미달되었던 CK, F₂를 강화하기 위하여 공정 개선방안을 모색하였다. 효소홍삼 관련 선행연구 문헌을 참고로 하여 1차 설계 공정에서 2가지의 개선점을 찾을 수 있었다.

첫 번째로, Fig. 12에서 홍삼 원료 추출물을 효소 처리 후 정제하게 되면 정제 전의 홍삼추출물 내 비(非)진세노사이드 물질이 효소 처리 시 비경쟁적 반응저해 역할을 하여 효소의 진세노사이드 분해반응성을 떨어뜨릴 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이 현상은 결국 효소 처리의 최

중 산물인 CK와 F₂의 수율을 낮출 것으로 예상되므로 분말화 이전까지의 공정의 순서를 추출 → 효소전환 → 정제 순으로 진행하던 것을 추출 → 정제 → 효소전환으로 변경하였다. 또한 Rg₂와 Rb₁의 수율도 좀 더 높이기 위하여 유기산 처리 공정도 추출 → 유기산전환 → 정제에서 공정을 추출 → 정제 → 유기산전환 공정순으로 변경하였다. 이와 같이 공정 순서를 변경한다면 비(非)진세노사이드 물질의 비경쟁적 반응저해 역할을 억제할 수 있을 뿐만 아니라 추출물 내 미량의 저분자 진세노사이드를 좀 더 농축시키는 효과도 있을 것이라 판단하였다.

두 번째로, Fig. 13의 진세노사이드의 전환 과정을 보면 저분자 사포닌(CK, F₂, Rg₂, Rb₁, Rg₃) 들은 Rg₁과 Rb₁이 효소 처리되어 생성된 Rd를 전구체로 하여 유기산 또는 효소 처리를 더 거침으로서 만들어짐을 알 수 있었다. 그러므로 공정개선의 key point를 전구체 Rd의 함량 증대를 통한 CK와 F₂의 강화로 정하고 Rd 함량 증대 방법에 대한 선행연구자료를 검색해 본 결과 주식회사 비티진에서 2007년에 출원한 특허 '발기부전 치료를 위한 진세노사이드 조성물'에서 Fig. 13과 같이 정제한 홍삼추출물에 *Bacillus* spp.에서 유래한 β-glucosidase를 첨가 후 pH 6.0의 조건에서 75℃로 12시간동안 가열하여 반응시키면 Rb₁, Rb₂ 등에서 당이 하나씩 제거되어 Rd의 함량이 높아진다는 결과를 확보하였다. 이의 내용을 참고로 하여 분말화 이전까지의 공정의 순서를 정제 후 효소 처리 단계를 1회 추가하여 추출 → 정제 → 1차 효소전환(Rd함량 증대 목적) → 유기산 또는 2차 효소 전환(CK, F₂ 생성 목적)으로 변경하였다.

발기부전 치료를 위한 진세노사이드 조성물 : *Bacillus* sp. 유래 β-glucosidase 이용

출원인	주식회사 비티진
등록번호	1007316200000
내용	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;">정제한 홍삼추출물 (약 4%)</div> <div style="text-align: center; margin-right: 10px;"> <i>Bacillus</i> sp. 유래 β-glucosidase (75 °C, 12 hr, pH 6.0) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 10px;">Ginsenoside Rd (40 %이상)</div> </div>

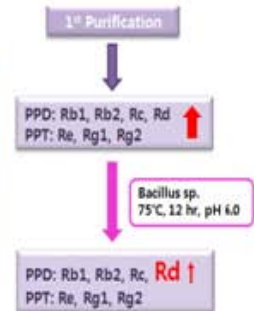


Figure 12. Main reference information about Rd contents increase in ginseng products

상기와 같은 2가지 개선점을 반영하여 2차로 설계한 공정도는 Fig. 32와 같다. 기존 공정(1차 설계 공정)에 포함되어 있었던 유기산 전환과 2차 효소 전환 단계의 조건은 기존과 동일하며, 새로이 추가된 1차 효소 전환 단계의 조건은 β-glucosidase 반응의 최적 조건인 'pH 6.0의 조건에서 75℃로 12시간동안 가열'로 정하였다. 이는 '발기부전 치료를 위한 진세노사이드 조성물' 특허의 효소 전환 조건과 동일하다.

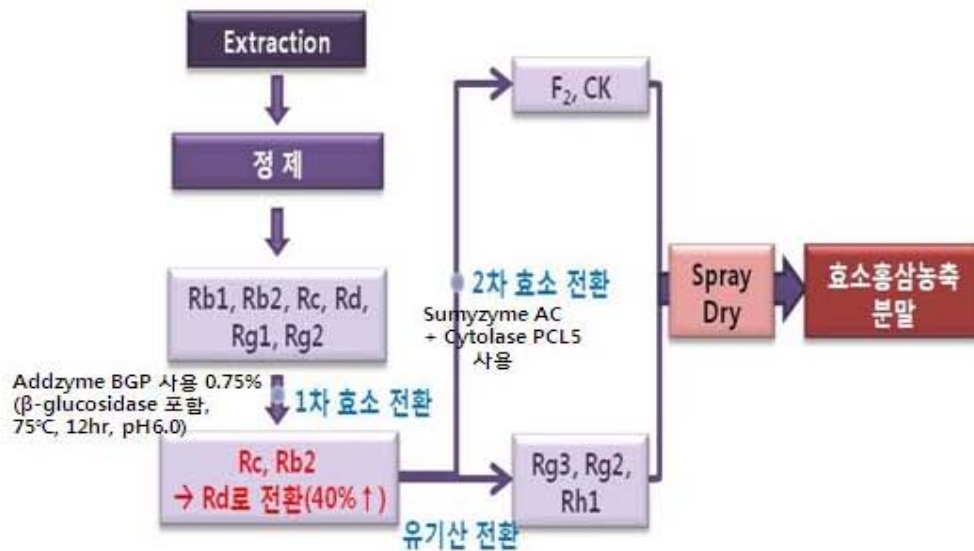


Figure 13. Manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder (2nd version)

(라) 2차 설계공정 효율성 분석 방법

공정의 2차 설계(1차 설계 공정에서 정제와 유기산 또는 효소 전환 순서 변경 및 효소 전환 단계 1회 추가)가 주목적인 저분자 진세노사이드(CK, F₂, Rg₂, Rh₁)의 수율 증대에 효율적인지 알아보기 위하여 Fig. 13의 공정도대로 주관연구기관 연구실(동원식품과학연구원)에서 효소홍삼농축액 샘플을 제조한 후 샘플 내 지표성분 함량을 1차 설계 공정 샘플 실험 때와 같은 방법으로 측정하였다.

(3) 효소홍삼농축분말의 대량생산(Plant scale)

(가) 효소홍삼 대량생산(Plant scale) 준비

① 대량생산(Plant scale) 설비 및 원료 준비

주관연구기관에서는 Lab scale 실험을 통해 확립한 효소홍삼농축액 제조 공정에 분말화 공정까지 추가하여 Plant scale로 scale-up을 하여 규격에 맞는 우수한 품질의 효소홍삼농축분말을 대량생산하고자 하였다.

대량생산 설비는 효소 및 유기산 처리 공정의 수행이 가능하도록 주관연구기관의 협력업체 (주)아미코젠의 설비를 이용하였다. (주)아미코젠은 의약품 특수효소, 바이오신소재 또는 건강기능식품을 주로 생산하는 기업으로 미생물 또는 효소를 이용하여 원료로부터 유용한 물질을 만들어내는 기술을 핵심기술로 보유하고 있다. 이용된 설비는 추출기(Extractor), 농축기(Evaporator), 컬럼(column), 배양기(Fermentor), 그리고 분무건조기(Spray dryer)였다.

원료 준비는 Table 15와 같은 사항에 따라 진행하였다. 대부분의 원료는 Lab scale 실험을 통해 정립한 최적의 조건에 맞춰 준비하였으며 홍삼원료의 경우에는 (주)아미코젠의 설비로 추출이 용이한 절편 형태로 준비를 하였다.

Table 15. Raw material preparation for mass production of enzymatically modified ginseng concentrate powder

원료명	원료 특징	원료 총 량
홍삼(절편)	주근 70% 미근 30%	100kg
에탄올	추출용 2,100kg 정제용 2,500kg	4,600kg
정제수	추출 및 정제에 사용	10,000kg(10t)
Sumyzyme AC	효소	1.4kg
Cytolase PCL5		0.1kg
구연산(Citric acid)		7kg
Filter pad	여과시 사용	30장
HP-20 resin	정제용 resin	500kg

② 대량생산(Plant scale) 중점관리기준 수립

㉔ FMEA 분석을 통한 plant scale 생산문제점 사전 분석

FMEA는 Failure mode and effects analysis로서 대량생산 전에 생산에 문제가 있을 만한 요소를 점검하는 틀로써 잠재적 고장형태 영향분석이라고 한다. 즉 대량생산을 하면서 사용되는 각종 부품 그 자체에 고장 발생 원인이 개입되는 것을 피하기 위한 기법으로 설계, 공정, 품질 보증 등 각 부문에 산재한 문제점을 정량적으로 관리하기 위한 것이며, 점차 복잡화 되는 문제 발생 형태를 제품 개발 초기단계에 사전 제거하기 위한 목적으로 활용하고 있다.

효소홍삼은 단가가 비싸고 대량생산 중 문제가 발생했을 때 진세노사이드의 함량관리에 문제가 발생하기 때문에 예상하지 못한 문제점까지 찾아내어 대량생산을 효율적이고 실패 없이 진행하기 위해 FMEA 분석을 진행하였다.

Table 16. Potential dangers analysis of mass production of enzymatically modified ginseng concentrate powder using FMEA

부품/기능	잠재적 고장유형	고장의 잠재적 영향	원인규명	현재설계관리 방법	위험도
원료	홍삼절편 크기편차	절편크기 초과	검수기준 미준수	자체 기준 마련중	40
	홍삼 원산지	중국산원료	구매 프로세스 미준수	원산지 확인	36
	홍삼 근/미 비율	사포닌 함량미달	근/미 분류 오류	근/미 중량 관리	32
	홍삼 초기 미생물수	미생물 규격 초과	제품검수 미준수	초기 미생물 분석	216
추출	용매 내 에탄올 함량 오류	F2,CK변화	부적절한 지침서	물수비 시뮬레이션 장표작성	24
	홍삼원료/용매 비율 오류	규격편차발생	부적절한 지침서	배합비 체크리스트 작성	48
	타이머 고장(시간)	반응편차발생	노후	타이머 수시 체크	5
	추출횟수 오류	규격편차발생	작업자 교체	작업지시서 작성	30
여과	온도센서 고장(온도)	규격편차발생	고점도의 부적합성	온도컨트롤 패널부착	72
	여과망 파손	이물혼입	불완전 세척	육안관찰	18
냉각	타이머 고장(시간)	반응편차발생	노후	타이머 수시 체크	5
	온도센서 고장(온도)	반응편차발생	고점도의 부적합성	온도컨트롤 패널부착	16
원심분리	전분분리율 오류	농축액 정상 편차	부적절한 지침서	유량계 주기적 점검	30
레진(HP-20)	레진 활성 미비	생산지연	오래된 레진 사용	레진 활성 규격마련	84

	레진Spec 변경	제품 규격미달	구매 오류	레진 규격 점검	36
정제	레진 양	사포닌 함량미달	부적절한 지침서	저울 주기적 점검	15
	1차 수세 용매종류 및 양	사포닌 함량미달	부적절한 지침서	유량계 주기적 점검	42
	2차 수세 용매종류 및 양	사포닌 함량미달	부적절한 지침서	배합비 체크리스트 작성	42
	3차 Ginsenoside탈착용매	사포닌 함량미달	부적절한 지침서	유량계 주기적 점검	42
효소농도	효소종류	반응조절 어려움	설계수명 추정 오류	효소활성평가기 이용	112
	신규 효소투입시점 오류	반응조절 어려움	설계수명 추정 오류	효소활성평가기 이용	63
	효소활성 저하	효소전환 편차발생	효소 유통기한 미체크	효소 유통기한 확인	56
	효소불활성 미비	미생물 규격 초과	온도저하	온도컨트롤 패널부착	40
	효소첨가량 오류(농도)	효소전환 편차발생	계산오류	첨가량 체크리스트 준비	42
효소반응도	효소활성도 저하	반응시간 지연	부적절한 설계수명	효소활성평가기 이용	120
탱크교반속도	효소수거 장치 마모	효소사용량 감시	마모	육안관찰	12
	회전축 흔들림	교반속도 변화	과부하	6개월 주기 교체	10
반응조건조절	스팀온도장치 조절불능	온도조절 불능	장치 마모	온도컨트롤 패널부착	27
	스팀량 미세조절장치 마모	온도편차 발생	장치 마모	육안관찰	20
유기산	반응pH	효소전환 편차발생	pH미터 고장	pH 미터 부착 조절	80
	유기산 pH 조절 오류	Rg3함량변화	pH미터 고장	pH 미터 부착 조절	112
	타이머 고장(시간)	Rg3함량변화	노후	타이머 수시 체크	24
유기산처리	유회오일 오염	진공도 저하	불충분한 유회능력	3개월주기 오일교환	84
	펌프 내부 수분오염	진공도 저하	필터교체미실시	2개월 주기 필터교환	84
	펌프 과부하 발생	진공도 저하	잘못된 재료사양	펌프교환	40
여과	카트리지 종류 오류	이물혼입	작업자부주의	작업자 교육	15
농축	당도계 측정 오류	Brix 편차 발생	당도계 미검정	당도계 검정 지시	120
Spray dry	온도센서 고장(온도)	성상 편차 발생	교점도의 부착성	온도컨트롤 패널부착	24
	노즐 압력기 고장	성상 편차 발생	노후	압력계 수시 체크	6

Pareto chart를 통해 누적80%의 주요한 원인을 핵심 고장원인으로 규정하였으며 중점관리요소는 총 8가지로 다음과 같다. 순서가 빠를수록 주요한 관리인자이지만 8가지의 중점관리 대상이 확인되어야 대량생산을 원활하게 진행할 수 있다.

- No1: 원료 홍삼의 초기 미생물 수
- No2: 홍삼 농축액 당도계 측정
- No3: 효소 활성도 저하
- No4: 유기산 pH 조절 오류
- No5: 효소 종류
- No6: 펌프 내부 수분 오염
- No7: 펌프 유회오일 오염
- No8: 정제용 레진 활성 저하

대량생산을 진행하기 전에 설비 및 원료 그리고 총 공정에 대한 확인이 필요하겠지만, 상기의 8가지 요인은 점검 및 double check를 진행하여 현장생산에 문제가 없도록 하였다.

④ 효소홍삼 표준 관리계획서 작성

FMEA를 통해 도출된 잠재 위험요소들은 대량생산 중 발생하는 문제점이기 때문에 주기적으로 관리하고 감독해야 생산되는 제품의 품질이 균일하고 불량률을 줄일 수 있으며 수율을 향상시킬 수 있다.

현장에 이관할 관리계획서는 다음과 같다.

Table 17. Managerial standards for mass production of enzymatically modified ginseng concentrate powder

관리 항목	규격	측정 단위	측정 방법	측정 빈도	기록 방법	조치 기준	조치사항
원료홍삼 초기미생물수	< 10 ⁵	CFU	배양	1회/shift	Check-sheet /관리도	관리 이탈시	미생물 초과시 반품
농축액 당도계 측정	10 ±1.0	Brix	브릭스 미터	1회/shift	Check-sheet /관리도	관리 이탈시	확인 후 calibration
효소활성도 저하	250unit/h	Unit/h	활성 측정기	1회/3개월	Check-sheet /관리도	관리 이탈시	반응시간 연장
유기산 pH 범위 오류	< log1	상수	pH 미터	1회/shift	Check-sheet /관리도	관리 이탈시	유기산 용액 변경
효소 종류	Aspergillus	-	표기 사항	입고시	입고대장	관리 이탈시	교환
펌프내부 수분오염	< 1.0%	%	육안	1회/3개월	관리대장	징변 발생시	실리콘오일 교체
펌프 윤활오일 오염	0	-	육안	1회/3개월	관리대장	오일 변색시	실리콘오일 교체
레진 활성도 저하	90%	%	표기 사항	입고시	Check-sheet /관리도	색변색 확인시	레진 교체

(나) 대량생산(Plant scale) 진행 과정

① 대량생산(Plant scale) 공정 순서 및 조건 설정

위와 같이 대량생산의 설비, 원료, 중점관리기준을 준비 완료 후에 본격적으로 효소홍삼 농축 분말 생산에 돌입하였다. 실제 생산 공정 순서는 Lab. scale 실험을 통해 확립된 공정대로 진행하였으며 공정별 조건은 다음 표 Table 18과 같았다.

Table 18. Each condition per mass production process of enzymatically modified ginseng concentrate powder

공정명	조건			사용 설비
원료 투입	홍삼 절편 100kg			
추출 (총 3차로 진행)	공통 조건	용매 : 75% 에탄올	1차 추출	용매 투입량 : 10,000kg (1t)
		추출온도 및 시간	2차 추출	
		조건 : 60℃, 6시간	3차 추출	
		추출방식 : 순환식		
농축	10Brix을 목표로 수행			

정제	HP-20 resin 활성화	킬럼에 resin 500L 투입 → 95% 에탄올 1,000L 투입 → 정제수 2,000L 투입	
	농축물 Loading	530L Loading	
	세척 단계	정제수 10,000kg(1t) 투입 → 20% 에탄올 5,000kg(0.5t) 투입	
	용리 단계	95% 에탄올 20,000kg(2t) 투입	
유기산 전환	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 50% 구연산 용액 6.6kg 투입 → pH 2.1로 맞춤. ▶ 반응 조건 : 80℃, 5시간 		
효소 전환	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 50% 구연산 용액 0.3kg 투입 → pH 3.6으로 맞춤. ▶ 효소 투입량 : DWase(Sumyzyme AC 95%, Cytolase PCL5 5%)를 효소 전환액 전체 부피의 1.5%의 중량만큼 투입 ▶ 효소 불활성화 : 90℃으로 10min간 가열 		
분말화	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 방식 : 분무건조 (Spray drying), disc type(내부에 disc가 달려 있어 이가 회전하며 액체 시료를 분말화 시킴) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 원액공급관(주입구 부분) 온도 : 180~185℃ ▶ 본체 내부 온도 : 90~95℃ (실제 농축액이 받는 온도 : 90℃) ▶ Disc 회전속도 : 10,000rpm ▶ 분말화되는 액체 시료의 농도는 13Brix 정도임. 		

(3) 미강으로부터 생리활성 소재 생산기술 개발

(가) 실험재료

미강은 코아미4호 미강을 사용하여 다음실험을 진행하였다.

(나) 시험방법

① 미강유의 추출

미강의 5배로 solvent mixture(chloroform : methanol = 2:1)을 넣고 homogenizer로 약 2분간 homogenization한다. aspirator로 filtering 한 후 separatory funnel로 옮긴다. filter paper위에 남아 있는 것을 solvent mixture(chloroform : methanol = 2:1) 30mL로 한번 더 washing 해준 후 filtering 해서 separatory funnel로 옮긴다. 0.88% KCl 15mL를 첨가하고 증류수를 총용매량의 10%를 첨가하여 separate funnel를 거꾸로 뒤집어 기포를 빼면서 shaking한다. 두층으로 완전히 분리될 때까지 기다린 후, lower lay(chloroform 층)을 sodium sulfate anhydrous (Na₂SO₄)에 통과시켜 수기에 모은다. Round flask를 evaporator에 장착하고, evaporator에서 용

매를 제거하고, N₂ flushing 하면서 용매를 완전히 제거하고 -40℃에 보관하면서 시료로 사용하였다.

② Lipase를 이용한 지방산 에틸에스터 제조

추출한 미강오일 1kg과 주정을 1:30몰의 비율로 혼합하여 이중자켓이 설치된 반응기에 넣고 온도를 55℃로 유지하였다. 반응물의 온도가 55℃에 도달하면 반응기의 회전수를 600rpm으로 교반하면서 시료의 5%(w/w)에 해당하는 Novozyme TR-IM(Novo Nordick, Denmark) 효소를 첨가하여 에틸에스터 함량이 99% 되는 시점까지 전환반응을 진행하였다.

③ γ -oryzanol 분석

일정량의 시료유지를 test tube에 넣고, chloroform을 가한 후 시료유지 0.1~1.0g을 완전히 녹였다. 시료유지 용액이 투명하지 않으면, 0.45 μ m membrane filter로 여과하였다. 이 용액을 315 nm에서 spectrometer를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 흡광도 값이 0.8을 넘으면 0.8 이하가 될 때까지 희석하였다. 측정된 흡광도 값을 흡광계수 ($l_{1cm}^{1\%E}$)358로부터 γ -oryzanol 함량을 계산하였다.

④ Policosanol(폴리코사놀) 및 pytosterol(파이토스테롤) 함량 분석

파이토스테롤(phytosterol) 및 폴리코사놀(policosanol) 분석을 위해 100mL round flask에 internal standard (5- α -cholestan in chloroform 1mg/mL)을 미리 넣고, chloroform을 날려 놓고 준비한다. 1.0g 기름에 5% pyrogallol ethanol solution 2mL을 가하여 잘 흔들어주고, 에탄올 20mL을 넣어주었다. Hot plate에서 가열해주고 끓은 상태에서 50% KOH용액 1m를 넣은 후, 5분 유지하였다. 이 용액에서 D.W 50mL를 가하고 250mL의 separate funnel로 옮긴 후 50mL의 diethyl ether를 가해 1분간 흔들어 주었다. 하층부를 다시 separate funnel에 50mL diethyl ether를 가하고 층 분리가 되면 하층부를 다시 separate funnel로 옮긴다. 이러한 조작 후 상층부를 모두 합하고 여기에 20mL의 증류수를 가하여 흔든 후 물층을 제거한다. Diethylether층을 40℃ 이하에서 감압농축 하였다. 농축수기 벽면을 chloroform으로 잘 씻어낸 후 여과하여 수분 및 불순물을 제거한 후 여과액을 chloroform으로 잘 씻어낸 후 TMS 시약을 사용하여 유도반응 시키고 분석시료로 사용하였다. GC 상에서 분리된 phytosterol, policosanol은 표준품의 retention time과 비교하여 동정하였다.

GC를 이용한 분석 조건은 Table 19와 같다.

Table 19. Condition of GC analysis

Part	Condition
Injector	320℃, split (50:1)
Column	SAC TM -5CapillaryColum,30m × 0.25mm i.d., × 0.25 μ m
Carrier gas	He (1.0 mL/min)
Oven temp.	280℃ (2min) → 3℃/min → 310℃ (25min)
Detector temp.	330℃

⑤ 박막증류장치(Short Path Distillation, SPD)를 이용한 생리활성 물질 농축방법
 미강오일과 미강에틸에스터 혼합물로 부터 감마오리자놀(γ -oryzanol), 피토스테롤(phytosterol), 폴리코사놀(policosanol) 등의 생리활성 물질과 에틸에스터를 분리하기 위해 laboratory wiped film molecular distillation(SPD) 장치(KDL-1, GmbH UIC, Germany)를 사용하였다. 박막증류 장치의 열매체는 oil bath로 가열되어 이중자켓으로 공급되었고 이 열에 의해 에틸에스터와 생리활성물질을 융점차이를 이용하여 분리할 수 있었다. 증류 온도는 진공도 0.01mbar에서 120℃ ~160℃였고, 0.1mbar에서는 140℃ ~220℃ 였으며, 1.0mbar에서는 160℃~240℃의 조건에서 분리하였다. 박막증류장치 내부의 roller wiper의 속도는 450rpm 이었다. 휘발된 에틸에스터를 응축하기 위해 냉각기 온도는 60℃를 유지하였다. 미강오일에틸에스터 50g을 미세조절이 가능한 주입구에 넣은 후 1mL/min의 속도로 첨가하고 상기의 조건에서 각각 분리 농축을 실시하였다. 분리된 에틸에스터(증류물)와 생리활성물질(농축물)을 각각 수거하여 분석에 사용하였다.



Figure 14. Short path distillation(SPD) equipment

(5) Red 팜유로부터 생리활성 소재 생산기술 개발

(가) 실험재료

Red 팜유는 말레이시아 MPOB를 통하여 구매 후 다음 실험을 진행하였다.

(나) 시험방법

① Lipase를 이용한 지방산 에틸에스터 제조

Red palm오일 1kg과 주정을 1:30볼의 비율로 혼합하여 이중자켓이 설치된 반응기에 넣고 온도를 55℃로 유지하였다. 반응물의 온도가 55℃에 도달하면 반응기의 회전수를 600rpm으로 교반하면서 시료의 5%(w/w)에 해당하는 Novozyme TR-IM(Novo Nordick, Denmark) 효소를 첨가하여 에틸에스터 함량이 99% 되는 시점까지 전환반응을 진행하였다.

② Tocotrienols(토코트리엔올 isomer) 분석법

Tocotrienol 분석을 위한 전처리는 AOCS의 방법에 따라 시행하였다. 100mL round flask에

internal standard(5- α -cholestan in chloroform 1mg/mL)을 미리 넣고, chloroform을 날려놓고 준비한다. 1g 기름에 5% pyrogallol ethanol solution 2mL을 가하여 잘 흔들어주고, 에탄올 20mL을 넣어주었다. Hot plate에서 가열해주고 끓은 상태에서 50% KOH용액 1mL를 넣은 후, 5분 유지한다. 이 용액에서 D.W 50mL를 가하고 250mL의 separate funnel로 옮긴후 50mL의 diethyl ether를 가해 1분간 흔들어 주었다. 하층부를 다시 separate funnel에 50mL diethyl ether를 가하고 층 분리가 되면 하층부를 다시 separate funnel로 옮겼다. 이러한 조작 후 상층부를 모두 합하고 여기에 20mL의 증류수를 가하여 흔든 후 물 층을 제거하였다. 농축수기 벽면을 *n*-hexane 으로 잘 씻어낸 후 여과하여 수분 및 불순물을 제거한 후 여과액을 10mL 정용 플라스크로 옮기고 *n*-hexane 또는 chloroform으로 표선까지 채운 후 tocopherols을 분석 시료로 사용하였다.

Chloroform으로 정용하였을 경우, 1mL을 취하여 chloroform을 제거한 후 *n*-hexane 1mL을 넣어 분석에 사용하였다. HPLC chromatogram상에서 분리된 tocotrienols는 표준품의 retention time과 비교하여 동정하였다. tocotrienols의 정량을 위해서 α -, β -, γ -, δ - tocotrienol 표준품을 각각 5ppm, 10ppm, 20ppm, 30ppm, 50ppm, 100ppm의 농도로 하여 분석한 HPLC chromatogram의 peak 면적비를 기준으로 tocotrienol 이성체의 함량을 구하였다. HPLC를 이용한 분석 조건은 하기 Table 20과 같다.

Table 20. Condition of HPLC analysis

Part	Condition
Injector	Rheodyne (Rohnert Park,CA) injector with a 100 μ l sample loop
Column	Cosmosil5 column (250 *4 .6mm i.d)
Mobile phase	<i>n</i> -hexane : 2-propanol (99.5 : 0.5,v/v)
Fluorescence Detector	excitation :298nm/ emission :325nm
Flow	1.2mL/min

③ β -carotene 함량 분석

Carotene 함량 분석은 MPOB test method p2.3:2004 sampling of palm oil and palm oil products, MPOB test method p2.3:2004 preparation of test samples 표준 분석법으로 분석을 진행했으며 실험방법은 다음과 같다. 시료 0.15g을 25mL volumetric flask에 정확히 개량한 후 정확히 3mL의 2,2,4-trimethylpentane (iso-octane)을 넣어 녹인 후 표시선까지 2,2,4-trimethylpentane(iso-octane)으로 정용하였다. spectrophotometer를 이용하여 446nm에서 흡광도를 측정하였다. 레드팜오일의 경우는 회석하지 않고 바로 측정하였으며 시료에 따라 4~5배 회석하여 측정할 수도 있다. 샘플 중 흡광도 값이 가장 높은 샘플을 기준으로 Ab값이 0.2~0.8 범위를 넘지 않도록 적절히 회석한 후 계산에 반영하였다.

계산식: β -carotene(mg/kg)=[(25 X 흡광도(Ab) X 10,000)/(시료량(g) X 2610)] X 회석배수

나. 기능성 강화 연질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Queso Blanco 치즈의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 원유

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%).

(나) 토마토분말과 미세캡슐화

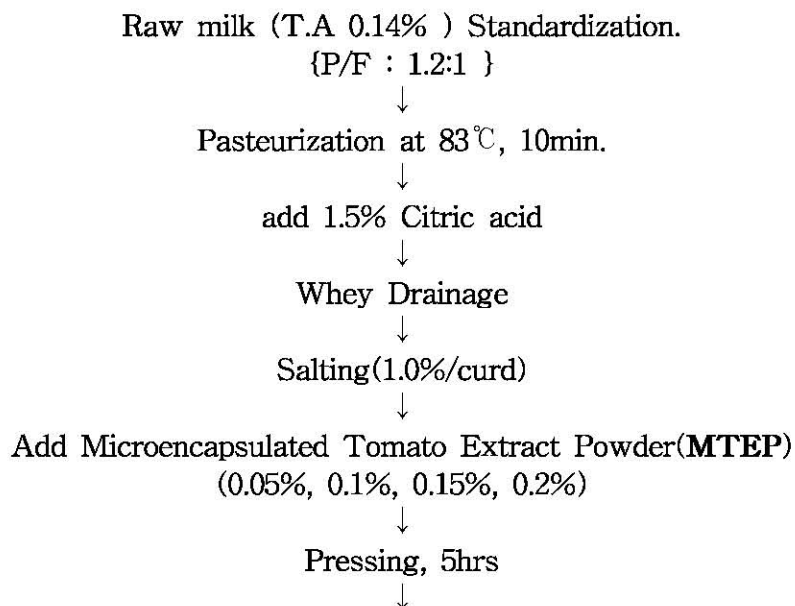
① Oil in water (O/W) 유화액 제조

본 연구의 주관기관인 동원식품연구원에서 제공받은 토마토 추출물을 MCT에 1:9 비율로 500 rpm 으로 3 시간 교반하여 Whatman No. 4 필터를 사용하여 여과하여 중심물질로 사용하였다. 중심물질에 HLB값이 14.9인 유화제 Tween 60을 1.0% 첨가하고 피복물질인 30% MD를 중심물질과 1:9의 비율로 혼합하여 homogenizer (WiseMix™ HG15A, Daihan Scientific, Seoul, Korea)를 이용하여 10,000 rpm에서 3 분간 균질하여 유화액을 제조하였다.

② 분무건조를 이용한 유화액의 미세캡슐 분말 제조

최적 조건으로 제조한 유화액을 spray dryer (Eyela spray dryer SD-1000, Eyela, Tokyo, Japan)에 투입하여 캡슐 분말화 하였다. 분무건조기의 조건은 in temperature 170℃, out temperature 85℃, 투입량은 400mL/hr 로 설정하였다.

(다) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Queso Blanco cheese의 제조공정 수립



Drying surface, 4°C, 12hrs



Packing

Fig 3. Procedure for Queso Blanco cheese manufacture supplemented with MTEP .

(라) 라이코펜 함량 분석

치즈 속의 라이코펜 함량 분석은 고속 액체 크로마토그래피 (HPLC)을 이용하여 시행되었다. HPLC 시료의 전처리 과정은 다음과 같다. 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Queso Blanco 시료 2g을 플라스크에 3차 증류수 40 ml로 혼합하고, 그 혼합물에 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 30분 간 초음파 처리 하였다. 상층액을 분리한 후 하층액에 다시 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 15분간 초음파 처리를 한 후 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에 10% NaCl 용액 10mL와 3차 증류수 15mL를 첨가 후 초음파 처리를 5분간 진행하였다. 그 후 상층액을 얻어 감압 농축 하여 헥산 1 mL에 재추출하여 HPLC 용 0.2 µm 필터로 여과한 후의 시료를 사용하였다. HPLC는 Agilent Technologies (1200 series Clara, CA, USA)를 사용하였고, 컬럼은 5µm, 4.6 mm X 250mm (Sunfire™C18, WaterLtd., Ireland)를 사용하였으며 검출기는 UV를 사용하였다. HPLC 분석 조건은 다음과 같다. 이동 용매는 acetonitrile, N-butanol, methyl chloride의 이동상을 사용 하였다. 시료는 20 ul 주입하였고, 이동상의 속도는 2 mL/min이며, UV 는 472 nm에서 수행하였다. 이동상의 변화는 Table 21과 같다. 결과는 standard 라이코펜 의 retention time과 면적을 시료의 것과 비교하여 계산하였다.

Table 21. Condition of HPLC analysis about mobile pahse.

Time(min)	Acetonitrile(%)	N-butanol(%)	Methyl chloride (%)
10	69.3	29.7	1.0
20	67.2	28.8	4.0
40	61.6	26.4	12.0
50	49.0	21.0	30.0
60	69.3	29.7	1.0

(마) 단쇄 유리 지방산

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이때 GC의 조건은 Table 2 와 같으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미늄 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다.

Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다.

이것을 2000 xg 로 5 분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 ?L 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

(바) 색도

색도는 4°C 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(사) 물성 검사

Queso Blanco cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

(아) 관능 평가

시료를 7°C 에서 2 개월 동안 저장하면서 15일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7°C 에서 저장한 Queso Blanco cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

(자) 일반성분 검사

공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScanTM(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(차) 지방산패도

: 산패도는 2M Phosphoric acid와 20% Trichloroacetic acid를 Solution으로 하여 50 mL에 분석 시료 20 g을 섞고 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균질하고 그 중 50 mL는 Whatman NO 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5.0 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid(DW안에 0.005 M) 5.0 mL를 첨가하였다. 튜브를 정치하고 그 혼합물은 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한 후 Vis-Spectro photometer (Model 20D+, MilM/T Roy, USA)을 이용하여 결과색을 spectronic -20D+으로 530nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

(카) DPPH scavenging activity 분석

시료의 DPPH 라디칼 소거 능력은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60μM DPPH 3mL와 상징액 250μl를 혼합한 후 37℃ 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능력을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(2) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가 Frisch K?se의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 원유

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%).

(나) 토마토분말과 미세캡슐화

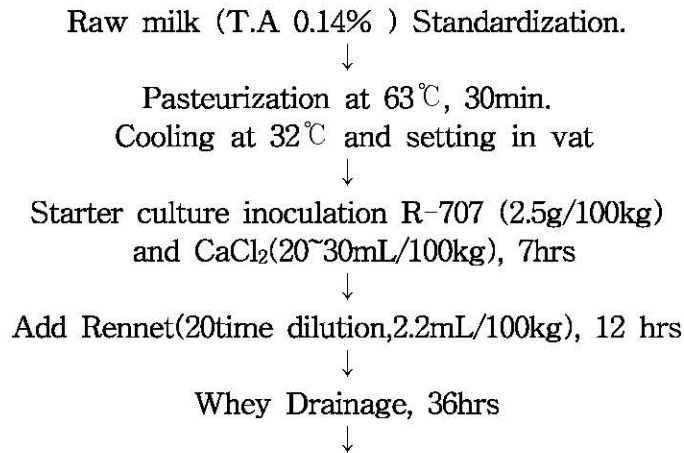
① Oil in water (O/W) 유화액 제조

동원에서 제공받은 토마토 추출물을 MCT에 1:9 비율로 500 rpm 으로 3 시간 교반하여 Whantman No. 4 필터지를 사용하여 여과하여 중심물질로 사용하였다. 중심물질에 HLB값이 14.9인 유화제 Tween 60을 1% 첨가하고 피복물질인 30% MD를 중심물질과 1:9의 비율로 혼합하여 homogenizer (WiseMix™ HG15A, Daihan Scientific, Seoul, Korea)를 이용하여 10,000 rpm에서 3 분간 균질하여 유화액을 제조하였다.

② 분무건조를 이용한 유화액의 미세캡슐 분말 제조

최적 조건으로 제조한 유화액을 spray dryer (Eyela spray dryer SD-1000, Eyela, Tokyo, Japan)에 투입하여 캡슐 분말화 하였다. 분무건조기의 조건은 in temperature 170℃, out temperature 85℃, 투입량은 400mL/hr 로 설정하였다.

(다) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Frisch K?se의 제조공정 수립



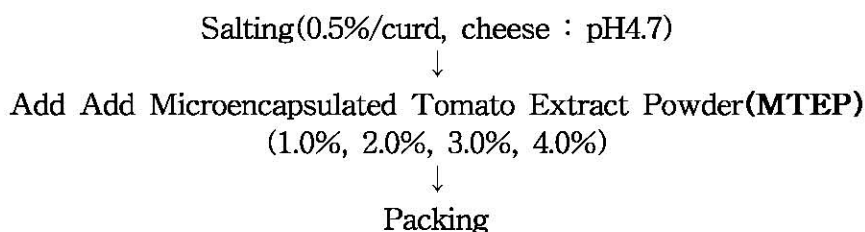


Fig 15. Procedure for Frisch K[?]se manufacture supplemented with MTEP.

(라) 라이코펜 함량 분석

치즈 속의 라이코펜 함량 분석은 고속 액체 크로마토그래피 (HPLC)을 이용하여 시행되었다. HPLC 시료의 전처리 과정은 다음과 같다. 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Frisch K[?]se 2g을 플라스크에 3차 증류수 40 ml로 혼합하고, 그 혼합물에 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 30분 간 초음파 처리 하였다. 상층액을 분리한 후 하층액에 다시 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 15분간 초음파 처리를 한 후 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에 10% NaCl 용액 10mL와 3차 증류수 15mL를 첨가 후 초음파 처리를 5분간 진행하였다. 그 후 상층액을 얻어 감압 농축 하여 헥산 1 mL에 재추출하여 HPLC 용 0.2 μm 필터로 여과한 후의 시료를 사용하였다. HPLC는 Agilent Technologies (1200 series Clara, CA, USA)를 사용하였고, 컬럼은 5μm, 4.6 mm X 250mm (Sunfire™C18, WaterLtd., Ireland)를 사용하였으며 검출기는 UV를 사용하였다. HPLC 분석 조건은 다음과 같다. 이동 용매는 acetonitrile, N-butanol, methyl chloride의 이동상을 사용 하였다. 시료는 20 ul 주입하였고, 이동상의 속도는 2 mL/min이며, UV 는 472 nm에서 수행하였다. 이동상의 변화는 Table 5 와 같다. 결과는 standard 라이코펜 의 retention time과 면적을 시료의 것과 비교하여 계산하였다.

(마) 단쇄 유리 지방산

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미늄 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다. Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg 로 5 분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 μL 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

(바) 색도

색도는 4℃ 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(사) 물성 검사

치즈의 저장 기간에 따른 물성 검사를 위해 시료를 지름 2.5 cm × 높이 4.5 cm 의 비이커에 담아 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 Table 22와 같은 조건 하에서 2 회 반복 압착 실험 (two-bite compression test) 을 하였으며 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착(gumminess), 씹힘성 (chewiness)을 원통형 probe (5.00 mm diameter)를 이용하여 측정하였다.

Table 22. Measurement condition for texture analyzer

Classification	Qualification
Test speed	100 mm/min
Sample compressed	50%
Trigger	0.07N
Sample height	45.0mm
Calibrate Probe	Functure probe

(아) 관능 평가

시료를 7℃에서 4주 동안 저장하면서, 1주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7℃ 에서 저장한 Frisch K?se 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

(자) 일반성분 검사

공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScanTM(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(차) 지방산패도

: 산패도는 2M Phosphoric acid와 20% Trichloroacetic acid를 Solution으로 하여 50 mL에 분석 시료 20 g을 섞고 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균질하고

그 중 50 mL는 Whatman NO 1. 여과지로 여과한 다음, 여과액 5.0 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid(DW안에 0.005 M) 5.0 mL를 첨가하였다. 튜브를 정치하고 그 혼합물은 암실에서 15시간동안 실내온도를 유지한 후 Vis-Spectro photometer (Model 20D+, MilM/T Roy, USA)을 이용하여 결과색을 spectronic -20D+으로 530nm에서 흡광도를 측정하였다 (Vernon 등, 1970).

(카) DPPH scavenging activity 분석

시료의 DPPH 라디칼 소거 능력은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60µM DPPH 3mL와 상징액 250µl를 혼합한 후 37°C 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능력을 산출한다.

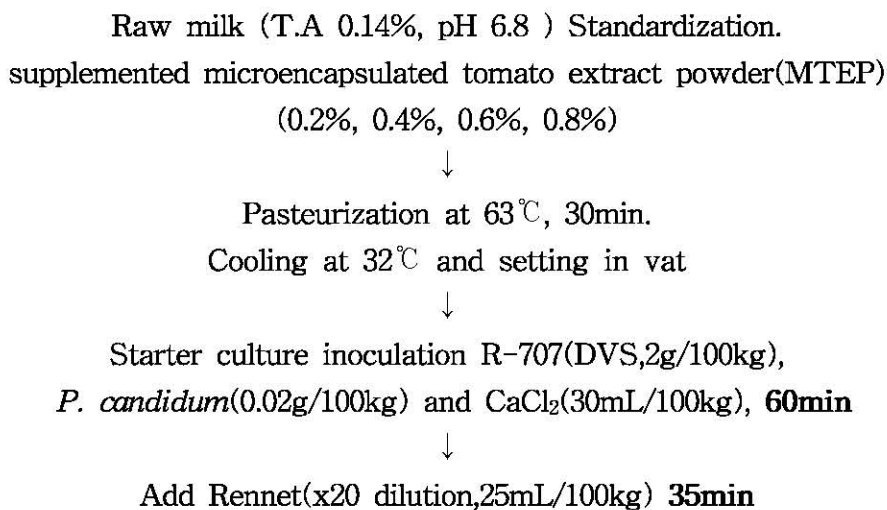
$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(3) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Camembert cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 원유 및 Starter

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%). Starter는 R-707 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark)를 원유 100L당 2.0g을 접종하였으며 까망베르 곰팡이 균주는 *Penicillium candidum*(Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark)를 원유 100L당 0.02g을 접종하였다.

(나) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Camembert cheese의 제조공정 수립
라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가 까망베르치즈의 제조공정 수립



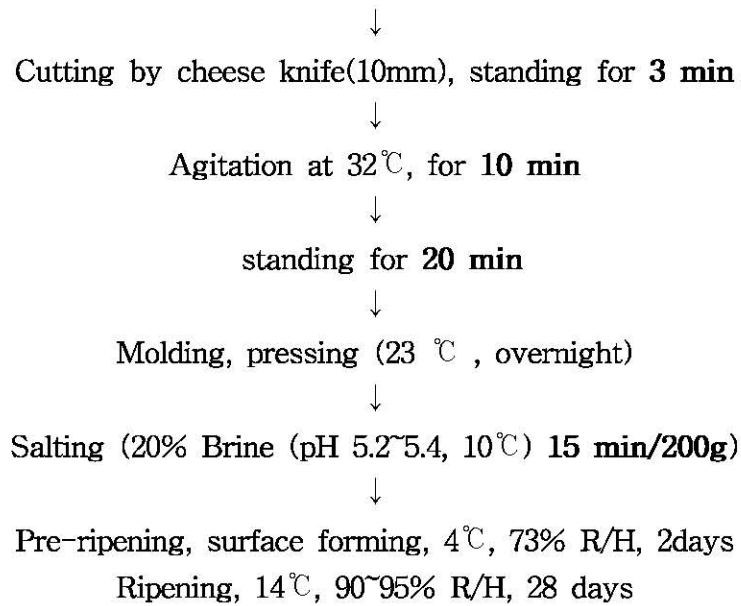


Fig. 16. Procedure of Camembert cheese manufacture supplemented with MTEP.

(다) pH 측정

pH는 생균수 측정법과 동일한 방법으로 생리적 식염수(saline)와 치즈를 2:1의 비율 (saline:cheese =20 ml : 10 g)로 분쇄용 tube에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)로 최대속도 20,000rpm으로 2분간 균질한 다음 pH meter (Istek Model 720p, Korea)를 사용하여 일정기간별로 측정한다.

(라) 유산균수 측정

시료는 생리적 식염수(saline)와 치즈의 적정부위에서 채취한 시료를 2:1의 비율로 분쇄용 튜브에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)를 사용하여 20℃하에서 최대속도인 20,000 rpm으로 2분간 균질을 3차례 반복, 분쇄하여 Richardson(1983)의 방법에 따라 10진 희석 후 0.5% Sodium azide가 첨가된 MRS agar 배지를 이용하여 standard plate count법으로 37℃에서 48시간 배양 후 생성된 colony 수가 30~300개 범위로 나타난 것을 선별하여 계수한다.

(마) 숙성중 수용성 질소화합물 측정

숙성중 수용성 질소화합물(Water Soluble Nitrogen, WSN)의 경시적인 변화는 치즈 5g에 증류수 20mL를 넣고 분쇄 및 균질화를 실시한 후 상등액을 Hull(1947)의 방법으로 정량하였으며, 질소화합물의 정량은 Tyrosine(Sigma사)을 표준물질로 하여 표준 곡선과 환산공식을 얻어 사용하였다. ($y=0.787 x$, $R^2=0.999$)

(바) 숙성중 Total phenolic acid 함량 측정

시료에 존재하는 Total phenolic acid(TP) 함량은 Shetty, K 등(1995)의 방법을 인용하여 측정하였다. 치즈시료 20g에 증류수 20mL를 넣은 후 2분동안 균질하여 10,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 얻어진 상정액을 실험에 사용하였다. 이때 얻어진 상정액 1mL와 95% ethanol 1mL, 증류

수 5mL를 혼합한 후 50%(v/v) Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL를 접종한 후 5분간 방치한다. 그리고 5% Na₂CO₃ 1mL를 접종한 후 60분간 방울 시킨다. 반응 후 spectro-photometer을 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정한다. gallic acid를 표준물질로 이용하여 총 Total phenolic acid의 양으로 측정하였다.

(사) 숙성중 DPPH 라디칼 소거 능 측정

시료의 DPPH 라디칼 소거 능은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60µM DPPH 3mL와 상징액 250µl를 혼합한 후 37°C 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(아) 치즈의 일반성분 분석

공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScan™(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(자) 라이코펜 함량 분석

치즈 속의 라이코펜 함량 분석은 고속 액체 크로마토그래피 (HPLC)을 이용하여 시행되었다. HPLC 시료의 전처리 과정은 다음과 같다. 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Frisch K^{se} 2g을 플라스크에 3차 증류수 40 ml로 혼합하고, 그 혼합물에 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 30분 간 초음파 처리 하였다. 상층액을 분리한 후 하층액에 다시 에탄올 : 헥산 (4:3) 40 ml 첨가하여 15분간 초음파 처리를 한 후 상층액을 분리하였다. 분리한 상층액에 10% NaCl 용액 10mL와 3차 증류수 15mL를 첨가 후 초음파 처리를 5분간 진행하였다. 그 후 상층액을 얻어 감압 농축 하여 헥산 1 mL에 재추출하여 HPLC 용 0.2 µm 필터로 여과한 후의 시료를 사용하였다. HPLC는 Agilent Technologies (1200 series Clara, CA, USA)를 사용하였고, 컬럼은 5µm, 4.6 mm X 250mm (Sunfire™C18, Water Ltd., Ireland)를 사용하였으며 검출기는 UV를 사용하였다. HPLC 분석 조건은 다음과 같다. 이동 용매는 acetonitrile, N-butanol, methyl chloride의 이동상을 사용 하였다. 시료는 20 ul 주입하였고, 이동상의 속도는 2 mL/min이며, UV 는 472 nm에서 수행하였다. 이동상의 변화는 Table 5 와 같다. 결과는 standard 라이코펜 의 retention time과 면적을 시료의 것과 비교하여 계산하였다.

(차) 색도

색도는 4°C 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(카) 관능평가

치즈 시료에 관한 충분한 지식, 용어, 평가기준에 대해 숙지를 시킨 순천대학교 동물자원과학과 대학원생 및 학부생 12명을 대상으로 실시하였다. 시료는 숙성 7일차, 14일차와 21일차의 시료를 사용하였으며 각 시료에 대하여 무작위로 pungent, buttery, moldy, sweaty, sweet, sour, salty, bitter, burning, texture, total acceptability를 9점 채점법을 사용하여 실시하였으며 각각 채점하여 표기하도록 하였다

(4) 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 Queso Blanco cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 원유

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)중에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%).

(나) 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 Queso Blanco cheese의 제조공정 수립

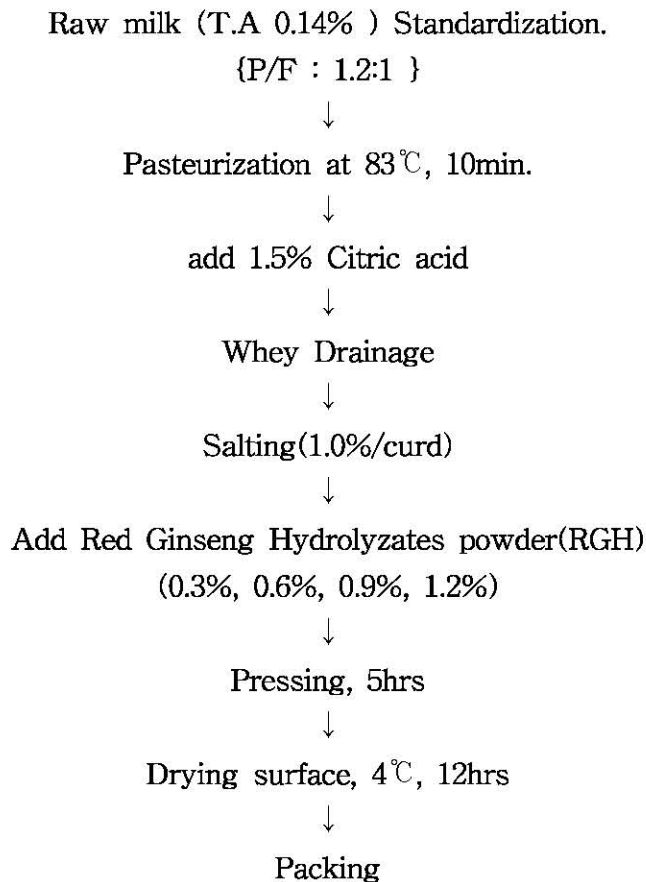


Fig 17. Procedure for Queso Blanco cheese manufacture supplemented with RGH.

(다) 단쇄 유리 지방산

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1 의 비율로 하여, 불활성 알루미나 19.2 g 에 증류수 0.8 mL 을 넣고, 유리막대로 저은 후 2 시간 동안 방치하였다. 시료 1 g 을 test tube 에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL 를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2 시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL 을 혼합하고 1 분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm 에서 5 분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm) 에 glass wool 을 넣고 불활성 알루미나 1 g 을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column 에 흘려주었다. Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL 을 부어 이 과정을 2 회 반복하였다. 불활성 알루미나를 건조시킨 후, test tube 에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL 을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg 로 5 분간 원심 분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube 에 넣었으며, 이 중 1 μ L 를 취하여 GC 로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3 회 반복 실시하였다.

(라) 색도

색도는 4°C 에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan) 를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness) 를 처리군 별로 10 회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate) 의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(마) 물성 검사

Queso Blanco cheese 의 크기를 지름 1.5 cm x 높이 1.5 cm 로 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA) 를 사용하여 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness) 을 probe (50 mm diameter) 를 이용하여 측정하였다.

(바) 관능 평가

시료를 7°C 에서 2 개월 동안 저장하면서 15일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7°C 에서 저장한 Queso Blanco cheese 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

(사) 일반성분 검사

공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScanTM(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(아) 진세노사이드 분석

시료 10 g 을 분액여두에 취하고 n-Hexane 100 mL 및 70% 메탄올 100 mL를 가하여 60분동안 진탕 추출하였다. 층이 완전히 분리될 때까지 정치한 다음 하층을 환저플라스크에 취하여 수욕 중에서 감압농축하고 농축물을 메탄올 5 mL에 용해한 후 Sep-Pak C18 Cartridge (Phenomenes, Inc., Torrance, USA)에 이 용해물을 주입하였다. 이후 증류수 5 mL를 주입하여 씻어낸 후 다시 메탄올 5 mL를 주입하여 시료액으로 사용하였다. 이 시료액은 0.45 μ m membrane filter (Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과후 HPLC 분석에 사용하였다.

진세노사이드 분석을 위한 HPLC 조건은 다음과 같다. WATERS HPLC system (Toyko, Japan)으로 chromatographic pump (e2695), UV/Visible Detector (2489)와 Waters Atlantis column (4.6 mm ID \times 150 mm, 5 μ m particle size)을 사용하였다.

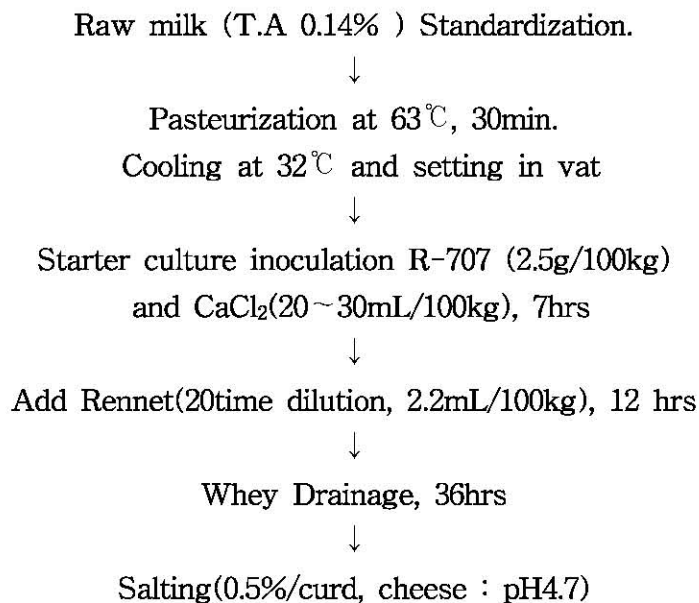
binary solvent system은 (A) 증정수, (B) 아세토나이트릴을 분당 1.0 mL로 흐르게 하여 분리하였다. solvent gradient 상태는 처음에는 A는 80% 와 B는 20%로 유지하다가 20% B/ 5분, 40% B/30분, 60% B/45분, 90% B/55분, 90% B/65분, 65% B/50분, 100% B/51분 그리고 61분 동안 유지하였다. column 온도는 35도를 유지하였으며 203 nm 파장에서 검출하였다.

(5) 홍삼 가수분해물 분말 첨가 Frisch K^{se}의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 원유

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%).

(나) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Frisch K^{se}의 제조공정 수립



↓
Add Red Ginseng Hydrolyzates powder(RGH)

(0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%)

↓
Packing

Fig 18. Procedure for Frisch K²se manufacture supplemented with RGH.

(다) 단쇄 유리 지방산

단쇄 유리 지방산 정량을 분석하기 위해 Deeth 등의 방법을 사용하였으며, 이 분석방법을 자세히 설명하면 다음과 같다. 24:1의 비율로 하여, 불활성 알루미늄 19.2 g에 증류수 0.8 mL을 넣고, 유리막대로 저은 후 2시간 동안 방치하였다. 시료 1 g을 test tube에 넣고, sodium sulfate 2.5 g, ethyl ether 5 mL, 4N H₂SO₄ 0.1mL를 차례로 넣어 1분 동안 vortex mixer 후 2시간 동안 방치하였다. 이 용액에 hexane 5 mL을 혼합하고 1분 동안 vortex mixer 하여 1,200 rpm에서 5분간 원심분리 하였다. Small glass chromatography column (ID : 5mm, length : 15cm)에 glass wool을 넣고 불활성 알루미늄 1 g을 넣은 후, 만들어진 용액을 small glass chromatography column에 흘려주었다.

Hexane-diethyl ether (1:1 v/v) 5 mL을 부어 이 과정을 2회 반복하였다. 불활성 알루미늄을 건조시킨 후, test tube에 옮겨 6% formic acid in isopropylether 1 mL을 첨가 하였다. 이것을 2000 xg로 5분간 원심분리 하여 그 상층액을 Eppendorf tube에 넣었으며, 이 중 1 μL를 취하여 GC로 분석 하였다. 모든 시료의 실험은 3회 반복 실시하였다.

(라) 색도

색도는 4°C에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan)를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness)를 처리군 별로 10회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate)의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57이었다.

(마) 물성 검사

크림치즈의 저장 기간에 따른 물성 검사를 위해 시료를 지름 2.5 cm × 높이 4.5 cm의 비이커에 담아 준비하였다. 물성검사는 Texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., VA, USA)를 사용하여 Table 6과 같은 조건 하에서 2회 반복 압착 실험 (two-bite compression test)을 하였으며 경도 (hardness), 응집성 (cohesiveness), 탄력성 (springiness), 점착성 (gumminess), 씹힘성 (chewiness)을 원통형 probe (5.00 mm diameter)를 이용하여 측정하였다.

(바) 관능 평가

시료를 7°C에서 4주 동안 저장하면서, 1주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주)으로 관능검사를 실시하

였다. 관능검사를 위한 패널은 기존에 관능검사를 한 경험이 있는 숙련된 세종대학교 식품공학과 대학원생 10 명으로 이루어졌다. 시료를 세자리 난수표로 표기하여 7°C 에서 저장한 Frisch K?se 를 꺼내어 30 분 동안 실온에 방치한 뒤 제시하였으며, 각각 떨어져 앉게 하여 검사의 방해 를 최소한으로 하였다. 실험은 7 점법으로 (1=대단히 약하다, 4=보통이다, 7=대단히 강하다) 을 사용하여 평가하였다.

(사) 일반성분 검사

공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScanTM(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(아) 진세노사이드 분석

시료 10 g 을 분액여두에 취하고 n-Hexane 100 mL 및 70% 메탄올 100 mL를 가하여 60분동안 진탕 추출하였다. 층이 완전히 분리될 때까지 정지한 다음 하층을 환저플라스크에 취하여 수욕 중에서 감압농축하고 농축물을 메탄올 5 mL에 용해한 후 Sep-Pak C18 Cartridge (Phenomenes, Inc., Torrance, USA)에 이 용해물을 주입하였다. 이후 증류수 5 mL를 주입하여 씻어낸 후 다시 메탄올 5 mL를 주입하여 시료액으로 사용하였다. 이 시료액은 0.45 μ m membrane filter (Toyo Roshi Kaisha, Ltd., Japan)로 여과후 HPLC 분석에 사용하였다.

진세노사이드 분석을 위한 HPLC 조건은 다음과 같다. WATERS HPLC system (Toyko, Japan)으로 chromatographic pump (e2695), UV/Visible Detector (2489)와 Waters Atlantis column (4.6 mm ID \times 150 mm, 5 μ m particle size)을 사용하였다.

binary solvent system은 (A) 증정수, (B) 아세트나이트릴을 분당 1.0 mL로 흐르게 하여 분리하였다. solvent gradient 상태는 처음에는 A는 80% 와 B는 20%로 유지하다가 20% B/ 5분, 40% B/30분, 60% B/45분, 90% B/55분, 90% B/65분, 65% B/50분, 100% B/51분 그리고 61분 동안 유지하였다. column 온도는 35도를 유지하였으며 203 nm 파장에서 검출하였다.

(6) 홍삼 가수분해물 분말 첨가 Camembert cheese의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 원유 및 Starter

공시 치즈제조용 원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein-Friesian)종에서 당일 착유한 신선원유를 당일 제조에 사용하였다(TA:0.14~0.15%). Starter는 R-707 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*; Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark)를 원유 100L당 2.0g을 접종하였으며 까망베르 곰팡이 균주는 *Penicillium candidum*(Chr. Hansen A/S, Hørsholm, Denmark)를 원유 100L당 0.02g을 접종하였다.

(나) 홍삼 가수분해물 분말 첨가 Camembert cheese의 제조공정
홍삼 가수분해물 분말 첨가 까망베르치즈의 제조공정 수립

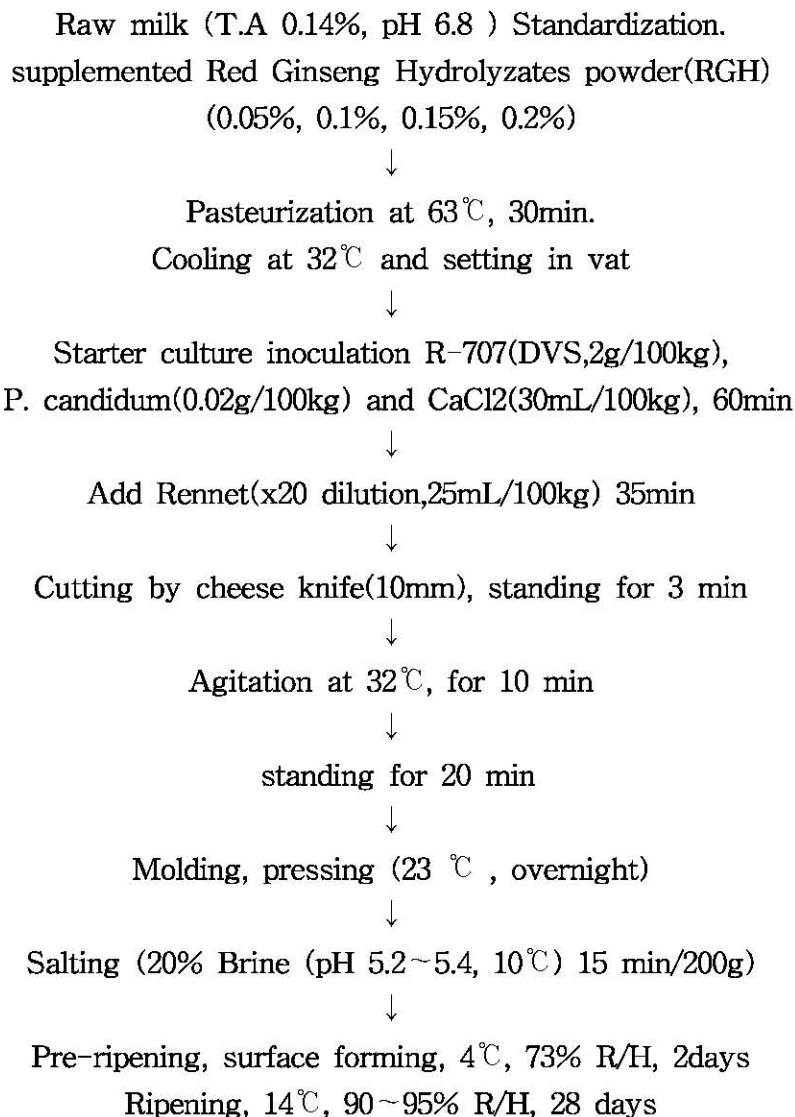


Fig. 19. Procedure of Camembert cheese manufacture supplemented with RGH.

(다) pH 측정

pH는 생균수 측정법과 동일한 방법으로 생리적 식염수(saline)와 치즈를 2:1의 비율 (saline :cheese=20 ml : 10 g)로 분쇄용 tube에 넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)로 최대속도 20,000rpm으로 2분간 균질한 다음 pH meter (Istek Model 720p, Korea)를 사용하여 일정기간별로 측정한다.

(라) 유산균수 측정

시료는 생리적 식염수(saline)와 치즈의 적정부위에서 채취한 시료를 2:1의 비율로 분쇄용 튜브에

넣어 균질기(M. Zipperer GmbH, Etzenbach, Germany)를 사용하여 20℃ 하에서 최대속도인 20,000 rpm으로 2분간 균질을 3차례 반복, 분쇄하여 Richardson(1983)의 방법에 따라 10진 희석 후 0.5% Sodium azide가 첨가된 MRS agar 배지를 이용하여 standard plate count법으로 37℃에서 48시간 배양 후 생성된 colony 수가 30~300개 나타난 것을 선별하여 계수한다.

(마) 숙성중 수용성 질소화합물 측정

숙성중 수용성 질소화합물(Water Soluble Nitrogen, WSN)의 경시적인 변화는 치즈 5g에 증류수 20mL를 넣고 분쇄 및 균질화를 실시한 후 상등액을 Hull(1947)의 방법으로 정량하였으며, 질소화합물의 정량은 Tyrosine(Sigma사)을 표준물질로 하여 표준 곡선과 환산공식을 얻어 사용하였다. ($y=0.787 x$, $R^2=0.999$)

(바) 숙성중 Total phenolic acid 함량 측정

시료에 존재하는 Total phenolic acid(TP) 함량은 Shetty, K 등(1995)의 방법을 인용하여 측정하였다. 치즈시료 20g에 증류수 20mL를 넣은 후 2분동안 균질하여 10,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 얻어진 상등액을 실험에 사용하였다. 이때 얻어진 상등액 1mL와 95% ethanol 1mL, 증류수 5mL를 혼합한 후 50%(v/v) Folin-Ciocalteu reagent 0.5mL를 접종한 후 5분간 방치한다. 그리고 5% Na_2CO_3 1mL를 접종한 후 60분간 반응 시킨다. 반응 후 spectrophotometer을 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정한다. gallic acid를 표준물질로 이용하여 총 Total phenolic acid의 양으로 측정하였다.

(사) 숙성중 DPPH 라디칼 소거 능 측정

시료의 DPPH 라디칼 소거 능력은 stable radical인 DPPH (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)에 대한 시료의 환원력을 측정한다. 에탄올에 용해된 60 μM DPPH 3mL와 상등액 250 μl 를 혼합한 후 37℃ 항온수조에 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정한다. 대조군은 시료 용액과 동일한 양의 에탄올을 사용하며, 다음의 식을 이용하여 DPPH 라디칼 소거 능력을 산출한다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 능 (\%)} = (1 - \text{시료의 흡광도} / \text{대조군 흡광도}) * 100$$

(아) 치즈의 일반성분 분석

홍삼분말을 첨가한 공시치즈의 일반성분은 숙성 8주차의 치즈를 90*15mm petri dish에 가득 채운 후 각각의 치즈 시료를 FoodScan™(FoodScan dairy analyzer, Denmark)을 이용하여 지방, 단백질, 수분함량, 염도, 총 고형분 함량(Total Solid)을 측정하였다.

(자) 색도

색도는 4℃에 저장된 시료를 Hunter 색차계 (Minolta CT-310, Tokyo, Japan)를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness)를 처리군 별로 10회 반복 측정하였다. 이때 사용한 표준 백색판 (standard plate)의 L, a, b 값은 각각 98.07, 0.18, 1.57 이었다.

(차) 관능평가

치즈 시료에 관한 충분한 지식, 용어, 평가기준에 대해 숙지를 시킨 순천대학교 동물자원과학과 대학원생 및 학부생 12명을 대상으로 실시하였다. 시료는 숙성 7일차, 14일차와 21일차의 시료를 사용하였으며 각 시료에 대하여 무작위로 pungent, buttery, moldy, sweaty, sweet, sour, salty, bitter, burning, texture, total acceptability를 9점 채점법을 사용하여 실시하였으며 각각 채점하여 표기하도록 하였다.

다. 기능성소재 첨가 치즈의 대량생산

(1) 재료 및 방법

(가) 원유 및 Starter

원유는 순천시 청소길 58에 소재하고 있는 순천대학교부속동물사육장에서 사육되고 있는 홀스타인 프리지안(Holstein -Priesian)종에서 생산된 당일 착유한 신선 원유를 당일 제조에 사용하였다. 마리보치즈의 균주로는 FD-DVS FLORA-DANICA(CHR.HANSEN Co., Denmark: *Lactococcus lactis* subsp. *Crempris*, *Latococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremoris*)를 원유 50 kg 에 2 g 접종하였다. 아시아고 치즈의 균주로는 FD-DVS ABT-5 (CHR.HANSEN Co., Denmark: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacteria*, and *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*)를 원유 50 kg당 2.0g을 접종하였다.

(2) 나노키토산 마리보 치즈의 대량 생산 방법

(가) 나노키토산 마리보 블록치즈 생산

나노키토산 마리보의 블록치즈 생산 공정은 1차년도 실적 보고서의 제1협동기관의 기능성 경질 치즈 개발을 위한 적정 치즈 제조 기술 중 1) 키토산분말을 첨가한 마리보치즈 개발에 관한 연구, (2) 키노산분말을 첨가한 공시치즈의 이화학적 특성, 가) 키노산분말을 첨가한 마리보 치즈의 제조공정 수립의 내용을 참고로 하여 제조 하였다.

나노키토산을 원유에 첨가시 고가의 키토산 분말이 유청제거 시 함께 배출, 소실되는 단점이 있어 유청제거 후 커드에 직접 첨가하는 방식으로 진행되었으며 나노키토산의 경우 치즈의 색상 및 관능에 유의적인 영향을 미치지 않는 것으로 확인되어 단가를 고려하여 커드량의 0.5%를 첨가하여 마리보 블록치즈를 제조하였다.

(나) 나노키토산 마리보 치즈 상품 포장

블록으로 생산한 나노키토산 마리보 치즈는 숙성 후 slicing하여 상품 포장을 진행하였다. 치즈 블록은 Slicer(SLC 404-307, Weber. Inc. GmbH, Germany)를 이용하여 30 mm 두께로 slicing packer (Scirocco, PFM s.p.a, Italya)를 이용하여 250 g 소용량 포장과, Tray Sealing Machine (HC-606, HyperPac)을 이용하여 800 g 대용량 포장을 실시하였다.

(3) 효소홍삼 아시아고 치즈 대량 생산 방법

(가) 효소홍삼 아시아고 블록치즈 생산

효소홍삼 아시아고 블록치즈 생산 공정은 2차년도 실적 보고서의 제1협동기관의 기능성 연질 치즈 개발을 위한 적정 치즈 제조 기술 중 1) 홍삼분해물 분말을 첨가한 아시아고치즈 개발에 관한 연구, (2) 기능성 물질을 첨가한 공시치즈의 이화학적 특성, 가) 홍삼분말 첨가 아시아고치즈의 제조공정 수립의 내용을 참고로 하였으며 그 제조하였다. 효소홍삼분말을 원유에 첨가 시 고가인 효소홍삼 분말이 유청제거 시 함께 배출, 소실된다는 단점이 있어 유청제거 후 커드에 직접 첨가하는 방식으로 진행되었으며 효소홍삼분말의 경우 특유의 쓴맛과 짙은 맛으로 인한 관능적인 부분과 단가를 고려하여 커드량의 0.1%와 0.3%를 첨가하여 아시아고 블록치즈를 제조하였다.

(나) 효소홍삼 아시아고 치즈 상품 포장

블록으로 생산한 효소홍삼 아시아고 치즈는 숙성 후 slicing하여 상품 포장을 진행하였다. 치즈 블록은 Slicer(SLC 404-307, Weber. Inc. GmbH, Germany)를 이용하여 30 mm 두께로 slicing 후 packer(Scirocco, PFM s.p.a, Italya)를 이용하여 250 g 소용량 포장과, Tray Sealing Machine (HC-606, HyperPac)을 이용하여 800 g 대용량 포장을 실시하였다.

(4) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 치즈 대량 생산 방법

(가) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 블록치즈 생산

미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 생산 공정은 기능성 연질 치즈 개발을 위한 적정 치즈 제조 기술 중 미세캡슐라이코펜 첨가 퀘소블랑코 치즈의 제조공정 수립의 내용을 참고로 하였으며 그 제조공정은 Fig. 42와 같다. 미세캡슐라이코펜을 원유에 첨가시 고가인 미세캡슐라이코펜 분말이 유청제거시 함께 배출, 소실된다는 단점이 있어 유청제거 후 커드에 직접 첨가하는 방식으로 진행되었으며 미세캡슐라이코펜의 경우 특유의 주황색상과 토마토 풍미로 인한 관능적인 부분을 고려하여 커드량의 0.5%를 첨가하여 퀘소블랑코 블록치즈를 제조하였다.

(나) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 치즈 상품 포장

블록으로 생산한 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 치즈는 숙성 후 slicing하여 상품 포장을 진행하였다. 치즈블록은 slicer(SLC 404-307, Weber. Inc. GmbH, Germany)를 이용하여 30 mm, 100 mm 두께로 slicing 후 packer(Scirocco, PFM s.p.a, Italya)를 이용하여 250 g 소용량 포장과, Tray Sealing Machine(HC-606, HyperPac)을 이용하여 800 g 대용량 포장을 실시하였다.

(5) 기능성 강화 연질치즈의 품질 규명

치즈의 이화학적 품질은 대량생산공정에서 가장 중요한 수율, 영양성분, 고형분량을 지표로 설정하였다. 영양성분 중에는 치즈에서 관리하는 지표인 조지방, 단백질, 염(salt), 수분 함량을 측정하였다.

(6) 소비자기호도 조사

대용량 치즈 생산을 위해 제조한 키토산 마리보치즈와 홍삼 아시아고 치즈는 2개월간 숙성한 시료를 기호도검사에 사용하였으며, 라이코펜 첨가 웨소블랑코 치즈는 제조 후 7°C에 저장한 시료를 가지고 기호도검사를 실시하였다. 소비자들은 순천대학교 동물자원과학과 재학생과 세종대학교 식품공학과 재학생, 동원 데어리푸드 연구원, 낙농가, 주부, 치즈제조업자, 유제품 유통업자 등 총 107명을 대상으로 실시하였다. 각각의 치즈는 5점 척도법으로 전반적인 기호도, 외관 기호도, 향미 기호도 그리고 구입의향에 대하여 평가하였다.

제 2 절 연구내용 및 결과

1. 제 1차년도 (2011)

가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질 분석

(1) 땅콩나물 나노분말의 물리화학적 특성

(가) 입자 크기

땅콩나물 나노분말의 입자 크기 측정 결과는 Figure 20 과 같다. Particle analyzer를 이용하여 분석한 땅콩나물 나노분말은 약 300~350 nm 크기로 분포되어 있었다. 입자크기 측정에서 땅콩나물 나노분말과 땅콩나물 일반분말의 뚜렷한 크기 차이를 관찰할 수 있었다.

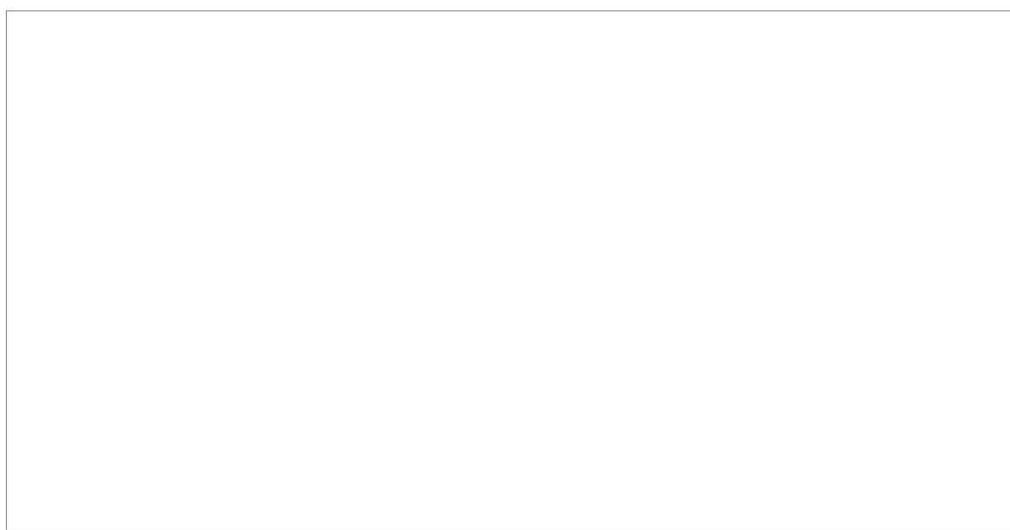


Figure 20. Particle size analysis of nanopowdered peanut sprout.

(나) pH

땅콩나물 나노분말의 pH 을 측정한 결과는 Figure 21 과 같다. 땅콩나물 나노분말의 pH 는 2~10%의 농도에서 pH 5.2~5.5 를 나타내며, 농도가 높아질수록 감소하는 경향을 나타냈다. 한편 땅콩나물 나노분말의 pH는 땅콩나물 일반분말보다 낮게 측정되었고, 감소하는 정도는 유사한 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 대부분의 자연물질은 약산성을 띄기 때문에 물질의 양이 증가할수록 pH 가 낮아질 것이라는 예상과 동일한 결과를 나타냈다.

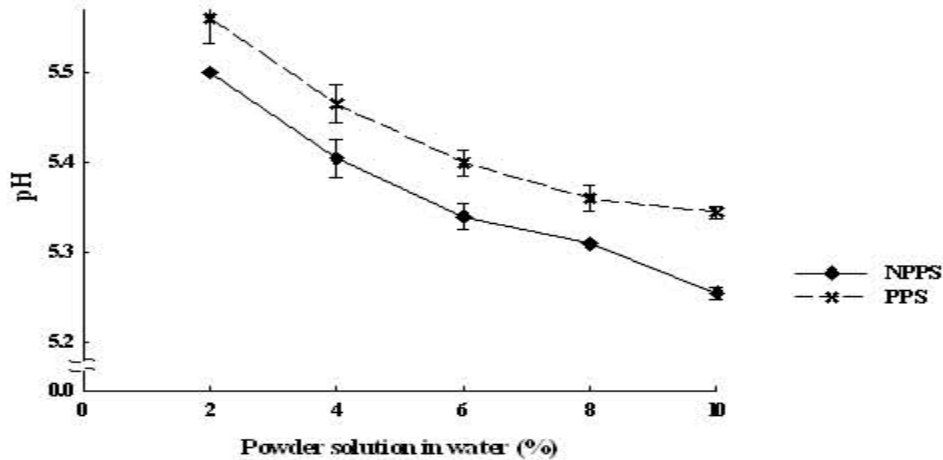


Figure 21. pH of various solutions of nanopowdered peanut sprout and powdered peanut sprout.

NPPS: nanopowdered peanut sprout, PPS: powdered peanut sprout

(라) 색도

땅콩나물 나노분말의 색도를 측정한 결과는 Table 23 과 같다. 색차계로 측정한 Hunter value 결과, 땅콩나물 나노분말의 밝기를 나타내는 L 값은 71.45 ± 0.70 , 적색도를 나타내는 a 값은 2.41 ± 0.14 , 황색도를 나타내는 b 값은 27.32 ± 0.35 를 나타내며, 땅콩나물 일반분말의 L 값보다 높게 측정되었고, a 값과 b 값은 땅콩나물 일반분말보다 낮게 측정되어 유의적 차이를 나타냈다($P < 0.05$). 나노기술을 이용해 식품소재를 100 nm 이하로 만들면 입자의 색상은 무색으로 투명하게 변한다고 보고된 연구결과와 같이 땅콩나물 나노분말 (300~350 nm) 이 땅콩나물 일반분말 (50~150 ?m) 보다 입자크기가 작아지면서 땅콩나물 고유의 색이 없어졌기 때문에 식품적용에 보다 유용할 것으로 기대된다.

Table 23. Color of nanopowdered peanut sprout and powdered peanut sprout1)

Peanut sprout	L	a	b
NPPS ²⁾	71.45 ± 0.70^a	2.41 ± 0.14^b	27.22 ± 0.30^b
PPS ³⁾	66.88 ± 0.41^b	3.34 ± 0.41^a	28.06 ± 0.33^a

1) Values within the same column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

2) NPPS: Nanopowdered peanut sprout: 300~350 nm

3) PPS: Powdered peanut sprout: 50~150 ?m

(2) 땅콩나물 나노분말의 항산화 효과

(가) 총 폴리페놀 함량

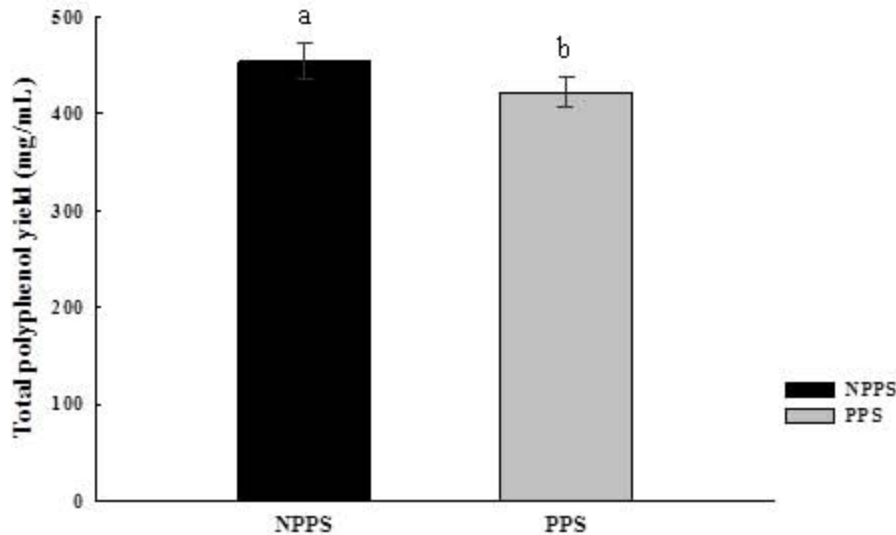


Figure 22. Total phenol contents of 80% methanol extract from nanopowdered peanut sprout and powdered peanut sprout.

Data values were expressed as mean \pm SD (n=5). Different letter are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

NPPS: nanopowdered peanut sprout, PPS: powdered peanut sprout

땅콩나물 나노분말 80% 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정한 결과는 Figure 22 와 같다. 땅콩나물 나노분말 추출물의 총 폴리페놀 함량은 455.05 ± 18.69 mg/mL 로 땅콩나물 일반 분말 추출물의 총 폴리페놀 함량 421.99 ± 14.94 mg/mL 과 유의적인 차이를 보이며 높게 측정되었다 ($P < 0.05$). 이러한 결과는 땅콩나물의 폴리페놀 성분인 resveratrol은 불리, 화학적 또는 생물학적 자극에 의해 유도되는 phytoalexin 의 한 종류로서 그 함유량을 증가시킬 수 있다는 보고와 같이 나노 제조 공정 중 물리적 자극에 의해서 레스베라트롤 함유량이 증가되었다고 판단되어 앞으로 땅콩나물 나노분말을 우수한 천연 항산화제 소재로 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

(나) 환원력

① 환원력 (reducing powder) 은 시료에 존재하는 reductones 가 제공하는 수소원자가 활성산소 (free radical) 사슬을 분해함으로써 항산화 활성을 나타내며, 흡광도의 값 자체가 시료의 환원력을 나타낸다.

② 땅콩나물 나노분말 80% 메탄올 추출물의 환원력을 측정한 결과는 땅콩나물 나노분말 추출물의 환원력은 2.5 mg/mL 농도에서 0.35 의 흡광도 값을 나타내었고, 20 mg/mL 농도에서

1.27의 흡광도 값을 나타내며 가장 높게 측정되었다. 환원력은 농도가 증가할수록 유의적 차이를 나타내며 높게 측정되었고, 각 농도마다 (2.5, 5, 10, 15, 20 mg/mL) 땅콩나물 일반분말과 나노분말 추출물과 유의적인 차이를 보이며 높은 환원력을 나타냈다 ($P < 0.05$). 한편 1 mg/mL 농도의 *L*-ascorbic acid와 α -tocopherol을 표준물질로 하여 환원력의 활성을 비교한 결과, 땅콩나물 나노분말 추출물 15 mg/mL 이상의 농도에서 *L*-ascorbic acid의 1.39 흡광도 값보다는 약간 낮게 측정되었지만, α -tocopherol의 1.08 흡광도 값보다는 높게 측정되어 땅콩나물 나노분말 추출물의 우수한 환원력을 확인할 수 있었다. 환원력은 ABTS⁺ radical 소거능, 전자공여능, SOD 유사활성의 항산화 활성 중 땅콩나물 나노분말 추출물과 땅콩나물 일반분말 추출물의 항산화 능이 모든 농도에서 유의적 차이가 나타났다 ($P < 0.05$).

③ 이는 나노 제조 공정 중에 항산화 활성 물질의 용출이 용이하게 물성이 변함에 따라 더 높은 활성을 나타낸 것으로 사료된다. 또한 총 폴리페놀 함량이 높은 땅콩나물 나노분말 추출물이 땅콩나물 일반 추출물보다 높은 환원력을 나타내어 페놀성 화합물의 함량이 증가할수록 환원력이 함께 증가함으로써 서로간의 높은 상관관계가 있음을 관찰하였다. 또한 땅콩나물 나노분말 추출물은 *L*-ascorbic acid와 α -tocopherol의 활성과 유사하거나 또는 우수한 활성을 나타내어 땅콩나물 나노분말에 함유된 폴리페놀 물질인 resveratrol이 뛰어난 항산화 활성을 나타내는 것으로 판단된다.

④ 땅콩나물 나노분말 추출물이 일반땅콩나물 분말 추출물보다 좀 더 많은 폴리페놀 함량을 함유하고 있기 때문에 다른 항산화 활성에 비해 두 시료의 활성에서 분명한 차이가 나타난 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 땅콩나물 나노분말이 높은 환원력을 나타냄으로써 추후에 천연 항산화 활성을 지닌 우수한 기능성 식품 소재로 활용할 가치가 있다고 판단된다.

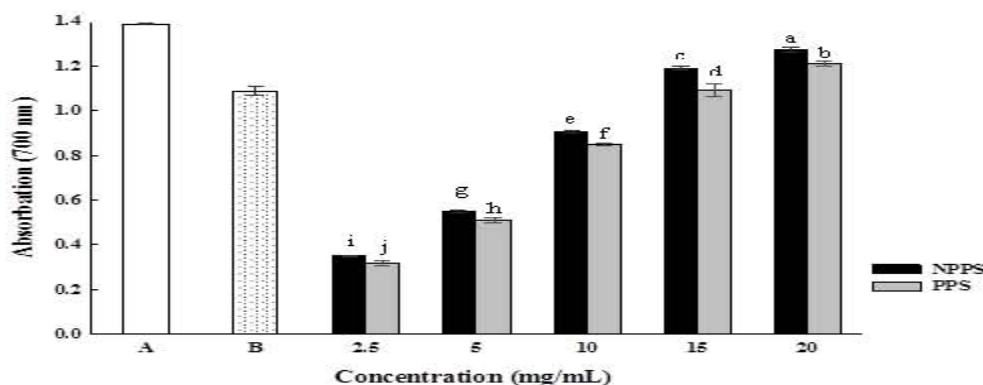


Figure 23. Reducing powder of 80% methanol extract from nanopowdered peanut sprout and powdered peanut sprout.

Data values were expressed as mean \pm SD (n=5). Different letter are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

NPPS: nanopowdered peanut sprout, PPS: powdered peanut sprout

A: *L*-ascorbic acid, B: α -tocopherol

(다) ABTS⁺radical 소거능

① ABTS⁺radical 소거활성은 수소공여 항산화제 (hydrogen-donating antioxidants) 와 연쇄 절단형 항산화제 (chain-breaking antioxidants) 모두를 측정할 수 있으며 수용상 (aqueous phase) 과 유기상 (organic phase) 모두에 적용 가능한 측정방법이다.

② 땅콩나물 나노분말 80% 메탄올 추출물의 ABTS⁺radical 소거능을 측정한 결과는 Figure 24 와 같다. 땅콩나물 나노분말 추출물의 ABTS⁺radical 소거능은 2.5 mg/mL 농도에서 29.80±0.62% 의 활성을 나타냈고, 20 mg/mL 농도에서 96.76±1.47% 의 활성을 나타내며 가장 높게 측정되었다. ABTS⁺radical 소거능은 농도가 증가할수록 유의적 차이를 나타내며 높게 측정되어 환원력과 유사한 경향을 나타냈고, 각 농도마다 (2.5, 5, 10, 15, 20 mg/mL) 땅콩나물 일반분말 추출물의 ABTS⁺radical 소거능보다 높은 활성을 나타냈지만, 유의적인 차이는 없었다 ($P<0.05$).

③ 한편 1 mg/mL 농도의 *L*-ascorbic acid 와 *α*-tocopherol 을 표준물질로 하여 ABTS⁺radical 소거능을 비교한 결과, 땅콩나물 나노분말 추출물 20 mg/mL 의 농도에서 96.76±1.47% 의 높은 소거능을 보여 *L*-ascorbic acid (99.76±0.00%) 와 *α*-tocopherol (99.72±0.00%) 의 활성과 비교 시 땅콩나물 나노분말 추출물의 항산화 활성이 양호하였음을 알 수 있었다. ABTS⁺radical 소거능은 환원력, 전자공여능, SOD 유사활성의 항산화 중 땅콩나물 나노분말 추출물 20 mg/mL 농도에서 가장 높은 항산화 활성을 나타냈다.

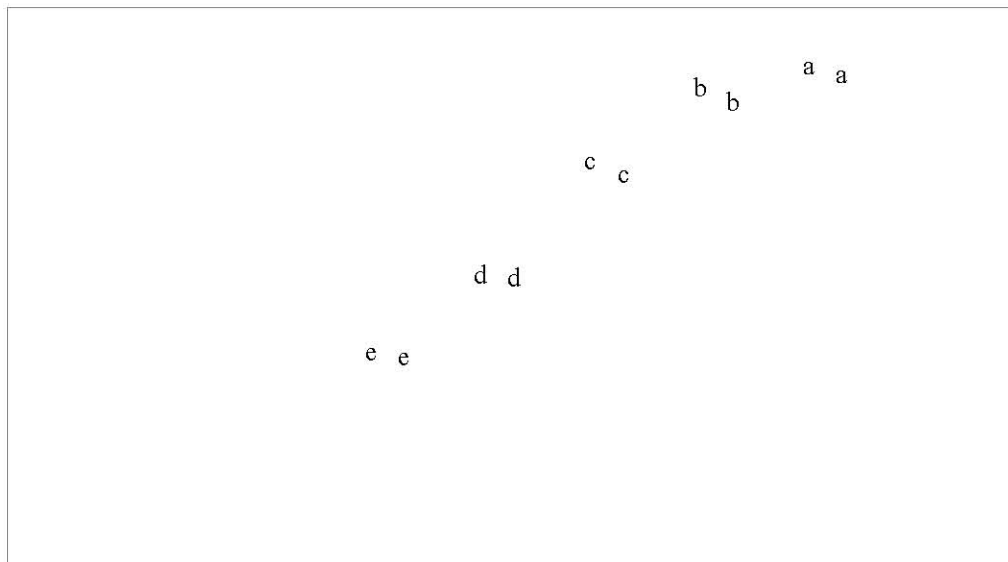


Figure 24. ABTS⁺radical scavenging activity of 80% methanol extract from nanopowdered peanut sprout and powdered peanut sprout.

Data values were expressed as mean ± SD (n=5). Different letter are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

NPPS: nanopowdered peanut sprout, PPS: powdered peanut sprout

A: *L*-ascorbic acid, B: *α*-tocopherol

④ 입자 크기가 작을수록 높은 ABTS⁺radical 소거능을 나타낸 까닭은 같은 양의 물질에서도 입자의 크기가 작을수록 표면적이 증가하게 되는데, 이것은 상 (phase) 사이에서 용질의 질량 이동을 증가시키는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 땅콩나물 나노분말이 높은 ABTS⁺radical 소거능을 나타냄으로써 추후에 노화억제와 함께 산화적 장애를 방어하는 천연 항산화 활성을 지닌 우수한 기능성 식품 소재로 활용할 가치가 있다고 판단된다.

(3) 키토산 나노분말의 물리화학적 특성 - 사전 실험을 통한 결과

(가) 입자크기

키토산 분말과 키토산 나노 분말을 SEM으로 관찰해 본 결과 키토산 분말은 평균직경이 150 μ m 정도였고, 키토산 나노분말은 평균직경이 약 560nm정도로 두 키토산 분말 간에 뚜렷한 크기 차이를 보였다(figure 25).

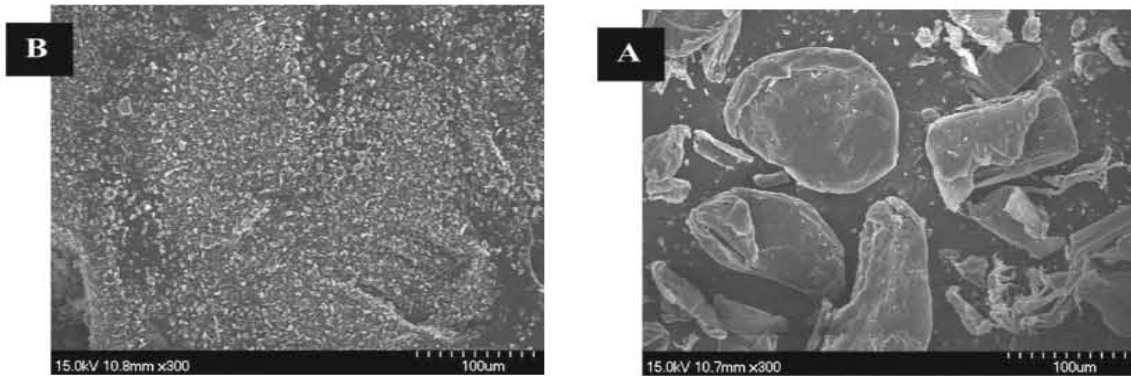


Figure 25. SEM(Scanning electron microscope) images. A) powdered chitosan B) nanopowdered chitosan

(나) 일반성분 분석

키토산 나노분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 24 와 같다. 수분(8.82%), 회분(0.25%), 질소함량(6.66%), 탈아세틸화도(92.71%)로 키토산 분말과 유사하였으나, 분자량은 나노크기로 분쇄함에 따라 90,900에서 16,500으로 분자량이 1/5로 감소함을 알 수 있었다.

Table. 24 Composition of nanopowdered chitosan and powdered chitosan

Composition	Powdered chitosan ¹⁾	Nanopowdered chitosan ²⁾
Moisture(%)	6.44±0.09 ^b	8.82±0.05 ^{a4)}
Ash(%)	0.29±0.02 ^a	0.25±0.02 ^b
Nitrogen(%)	6.75±0.08 ^a	6.66±0.01 ^b
Molecular weight	90,900±33.23 ^a	16,500±12.70 ^b
DDA ³⁾ (%)	93.00±0.17 ^a	92.71±0.28 ^a

¹⁾ Commercial powdered chitosan with size 150 μ m

²⁾ 500~600nm

³⁾ Degree of deacetylation

⁴⁾ Values within the same column with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple-test

(다) 키토산 나노분말의 기능적 특성

키토산 나노분말의 흡착력을 분석한 결과는 Table 25 와 같다. 수분흡착력(565.4g/100g), 지방흡착력(776.3g/100g)은 키토산 분말의 흡착력보다 각각 14.0%, 9.4% 높았고, 색소흡착력은 나노키토산 분말이 2.9mg/mg으로 키토산에 비해 약 60%정도 낮은값을 보였다.

Table 25. Absorption capacity of nanopowdered chitosan and powdered chitosan

Absorption	Powdered chitosan ¹⁾	Nanopowdered chitosan ²⁾
Water (g)	473.2±0.6 ^b	565.4±26.4 ^{ab3)}
Oil (g)	703.0±28.1 ^b	776.3±35.9 ^a
Dye (mg)	9.6±0.4 ^a	2.9±0.1 ^b

¹⁾ Commercial powdered chitosan with size 150µm

²⁾ 500~600nm

³⁾ Degree of deacetylation

⁴⁾ Values within the same column with different superscripts are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan's multiple-test

(라) 키토산 나노분말의 항산화 효과

나노키토산 분말의 항균효과 결과는 Figure 26 과 같다. *S. aureus*는 약 9배 증가하였고, *E. coli* O157:H7은 약 5배, *B. subtilis*는 약 2배, *L. bulgaricus*는 약 3배, *C. albicans*는 약 4배, *S. cerevisiae*는 약 27배로 더 높게 나타났다. 따라서 항균효과는 미생물의 종류에 따라 다르고, 나노 키토산 분말의 항균효과가 키토산 분말에 비해 현저히 높다는 것을 알 수 있었다.

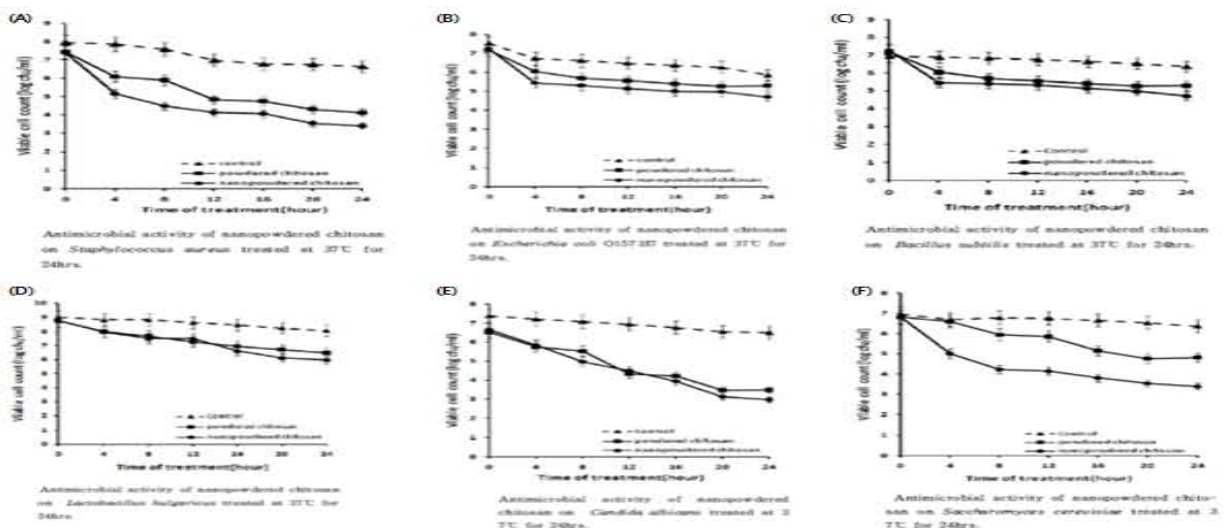


Figure 26. Antimicrobial activity of nanopowdered chitosan

나. 기능성 강화 반경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo cheese 의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 일반성분 분석

○ 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese 의 일반성분 함량을 측정한 결과는 Table 26 과 같다. 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese 의 수분함량은 44.18% 로 Caciocavallo cheese 의 수분함량보다 높았다. 이는 땅콩나물 나노분말의 표면적이 넓어 수분을 흡수하기 때문이고, 유지방함량 (30.50%) 과 조단백질(17.30%) 함량은 Caciocavallo cheese 보다 낮았다.

Table 26. Mean chemical composition of Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese1) 4)

	Control ²⁾	NPSCC ³⁾
Moisture (%)	39.71 ^b	44.18 ^a
Fat (%)	34.00 ^a	30.50 ^b
Protein (%)	20.51 ^a	17.30 ^b
Yield	10.00	11.00

1) Means within row by the same letter are not significantly different (p<0.05)

2) Control : Caciocavallo cheese

3) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

4) Milk fat 4.27%

(나) 유산균수

○Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14°C, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 유산균수를 측정한 결과는 Table 27 과 같다. NPSCC 가 Control 보다 유산균 수가 유의적으로 높게 측정되었으며 (p<0.05), 숙성기간이 경과함에 따라 유산균수가 감소함을 알 수 있었다. Control 은 0주에 2.00×10⁹ CFU/mL 에서 숙성 6 주에는 2.60×10⁸ CFU/mL 으로 유의적으로 감소하였고, NPSCC 는 0주에 3.00×10⁹ CFU/mL 에서 숙성 6 주에는 5.00×10⁸ CFU/mL 으로 감소하였다 (P<0.05).

Table 27. The viable cells1) of Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14°C for 6 weeks2)]

(unit : CFU/mL)

Treatment	Ripening Period(weeks)			
	0	2	4	6

Control³⁾	2.00×10 ⁹ aB	5.00×10 ⁸ bB	3.63×10 ⁸ cB	2.60×10 ⁸ dB
NPSCC⁴⁾	3.00×10 ⁹ aA	6.30×10 ⁸ cA	7.61×10 ⁸ bA	5.00×10 ⁸ dA

- 1) *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus*, *Lactobacillus delbreukii* ssp. *Bulgaricus*, *Lb. acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* mixed starter culture cheese
- 2) Means within row(a-b) and column(A-B) by the same letter are not significantly different (p<0.05)
- 3) Control : Caciocavallo cheese
- 4) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(다) 신장성 검사

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 신장성을 측정 한 결과는 Table 28 과 같다. Control 의 신장성은 숙성 2 주부터 30 cm 이상 늘어나 신장성이 가장 양호한 수치인 5 를 나타내었다. 그러나 NPSCC 의 신장성은 20 cm 이상 늘어나 평균적으로 4 를 나타내었다. 신장성이 Control 에서 보다 낮은 이유는 치즈 제조 중 스트레칭과정에서 땅콩나물 나노분말이 카제인에 혼합되어 신장성에 영향을 준 것으로 사료된다. 그렇지만 두 치즈 모두 상업적으로 가치가 있다고 간주되는 3 점보다 높아 좋은 결과를 나타내었다.

Table 28. Stretchability of Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14℃ for 6 weeks¹⁾

Treatment	Ripening Period(weeks)			
	0	2	4	6
Control²⁾	4.00 ^{bA}	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}	5.00 ^{aA}
NPSCC³⁾	4.00 ^{aA}	4.50 ^{aA}	4.50 ^{aA}	3.50 ^{aA}

- 1) Means within row(a-b) and column(A-B) by the same letter are not significantly different (p<0.05)
- 2) Control : Caciocavallo cheese
- 3) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(라) 총 폴리페놀 함량 측정

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 80% 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량을 측정 한 결과는 Figure 27 과 같다. NPSCC 와 Control 모두 숙성기간에 비례적으로 증가하였으며 (p<0.05), Control은 0 주에 32mg/g 에서 6 주에 63mg/g 로 약 96% 증가한 반면에 NPSCC 는 0 주 40mg/g 에서 6 주에 87mg/g 로 117% 증가하여 Control 에 비하여 총 폴리페놀 함량의 증가량이 큰 것으로 관찰되었다. 따라서 본 실험결과 NPSCC 의 총 폴리페놀 함량이 Control 에 비해 높아 우수한 항산화 효과를 나타낼 것으로 기대되며, 앞으로 땅콩나물 나노분말을 우수한 천연 항산화제 소재로 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

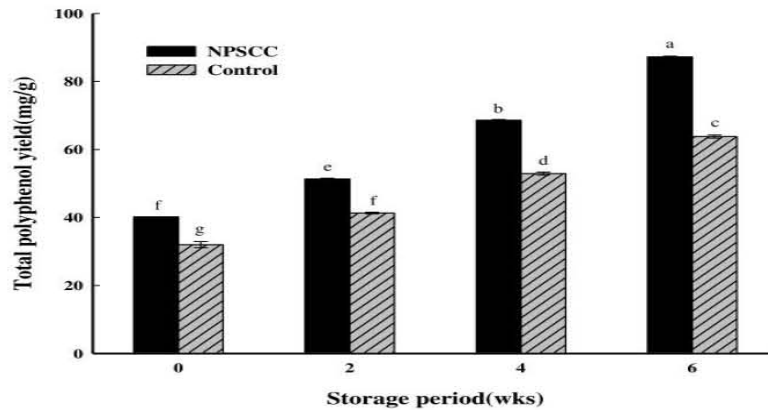


Figure 27. Changes of total polyphenol yield in Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14°C for 6 weeks.

Data values were expressed as mean \pm SD (n=5). Different letter are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Control : Caciocavallo cheese

NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(마) 지방산화도 변화

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14°C, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 TBA 반응 생성물로부터 lipid oxidation 을 측정 한 결과는 Figure 28 과 같다. NPSCC 는 Control 과 비교하여 보았을 때, 유의적으로 낮은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). Control 은 숙성 0 주에 0.024 에서 6 주에 0.053 로 숙성이 진행될수록 지속적으로 증가하는 경향을 보였고, NPSCC 는 숙성 0 주에 0.027 에서 6 주에 0.019 로 숙성이 진행될수록 지속적으로 감소하는 경향을 보였다.

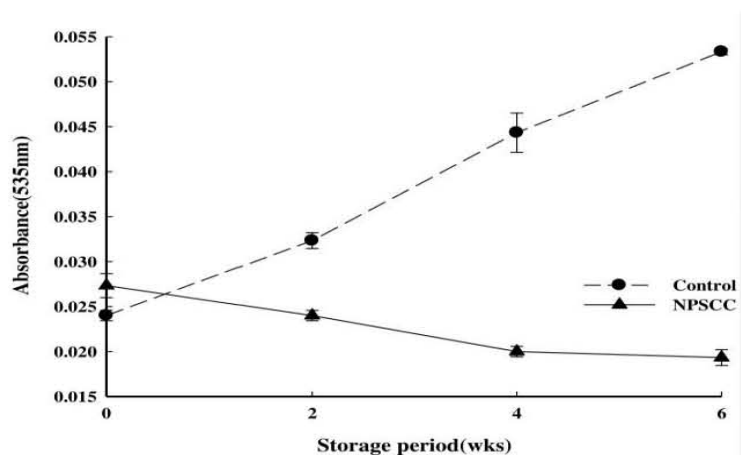


Figure 28. Change of TBA value for in Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14°C for 6 weeks.

Control : Caciocavallo cheese

NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(바) 물성 검사

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14°C, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 물성을 측정 한 결과는 Table 29 와 같다. Control 과 NPSCC 는 숙성 중에 hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness 모두 유의적 차이가 났다 (p<0.05). 치즈의 단단하고 무른 정도 즉, 부드러운 정도를 나타내는 hardness 의 실험 결과는 0 주 때 Control 은 7.48, NPSCC 는 3.55 이었으며, 6 주 숙성 시 Control 은 11.63, NPSCC 는 5.01 로 각각 증가하는 경향을 보였다. 이는 숙성 기간 동안 수분의 감소로 인한 결과로 사료된다. 입자들 간의 결합력을 나타내는 cohesiveness 의 결과는 다음과 같다. 0 주 때 Control 은 0.68, NPSCC 는 0.61 이었으며, 6 주 숙성 시 Control 은 0.56, NPSCC 는 0.66 으로 Control 이 NPSCC 보다 낮은 수치를 보였으며, 탄성을 나타내는 springiness 의 결과는 0 주 때 Control 은 0.76, NPSCC 는 0.71 이었고, 6 주 숙성 시 Control 은 0.70, NPSCC 는 0.75 으로 Control 이 NPSCC 보다 낮은 수치를 보였다. 점착성을 나타내는 gumminess 는 0 주 때 Control 은 5.11, NPSCC 는 2.14 이었으며, 6 주 숙성 시 Control 은 6.55, NPSCC 는 3.32 로 증가하는 경향을 보였다. 또한 씹힘성을 나타내는 chewiness 는 0 주 때 Control 은 3.91, NPSCC 는 1.54 이었으며, 6 주 숙성 시 Control 은 4.56, NPSCC 는 2.47 으로 증가하는 경향을 보였다. 물성 검사를 통해서 치즈의 품질에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 29. Textural properties of Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14°C for 6 weeks²⁾

Texture description	Treatment	Ripening Period(weeks)			
		0	2	4	6
Hardness (N ²)	Control ³⁾	7.48±0.03 ^{1)cA}	8.11±0.35 ^{cA}	8.87±0.58 ^{ba}	11.63±0.24 ^{aA}
	NPSCC ⁴⁾	3.55±0.13 ^{dB}	4.41±0.12 ^{cb}	5.47±0.04 ^{ab}	5.01±0.34 ^{bb}
Cohesiveness (J ³)	Control	0.68±0.03 ^{aA}	0.61±0.02 ^{abA}	0.65±0.08 ^{aA}	0.56±0.01 ^{bB}
	NPSCC	0.61±0.01 ^{cb}	0.64±0.01 ^{ba}	0.60±0.01 ^{cb}	0.66±0.02 ^{aA}
Springiness (mx10 ⁻³)	Control	0.76±0.02 ^{aA}	0.70±0.02 ^{aA}	0.71±0.07 ^{aA}	0.70±0.02 ^{aB}
	NPSCC	0.71±0.01 ^{bb}	0.66±0.01 ^{cb}	0.72±0.01 ^{ba}	0.75±0.02 ^{aA}
Gumminess (N)	Control	5.11±0.23 ^{ba}	4.93±0.17 ^{ba}	5.81±1.08 ^{abA}	6.55±0.11 ^{aA}
	NPSCC	2.14±0.06 ^{cb}	2.82±0.11 ^{bb}	3.26±0.03 ^{ab}	3.32±0.14 ^{ab}
Chewiness (Jx10 ⁻³)	Control	3.91±0.27 ^{aA}	3.45±0.04 ^{aA}	4.18±1.19 ^{aA}	4.56±0.07 ^{aA}
	NPSCC	1.54±0.04 ^{cb}	1.85±0.07 ^{bb}	2.36±0.04 ^{aA}	2.47±0.17 ^{ab}

1) Mean±SD (n=10)

2) Means within row(a-c) and column(A-B) by the same letter are not significantly different (p<0.05)

3) Control : Caciocavallo cheese

4) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(사) 색도

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 Hunter L-value, a-value, b-value 를 측정 한 결과는 Table 30 과 같다. Control 과 NPSCC 의 명도를 나타내는 L 값, 적색도를 나타내는 a 값, 황색도를 나타내는 b 값 모두 유의적 차이를 나타내었다 (p<0.05). 숙성 중에 따른 Control 과 NPSCC 의 L, a, b 값 모두 유의적 차이를 나타내었고, L 값은 숙성이 진행됨에 따라 두 시료 모두 감소하는 경향을 보였으며, a, b 값은 각각 증가하는 경향을 보였다 (p<0.05). 땅콩나물 나노분말 자체의 색이 Control 의 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되나, 치즈의 품질에는 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 30. Changes of color1)in Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14℃;? for 6 weeks2)

Color value	Treatment	Ripening Period(weeks)			
		0	2	4	6
L (lightness)	Control3)	86.39aA	84.23bA	81.70cA	80.36dA
	NPSCC4)	76.69aB	69.96bB	69.38cB	70.41bB
a (redness)	Control	-3.20cB	-3.97bB	-3.99bB	-4.12aB
	NPSCC	+0.11bA	+0.24aA	+0.33aA	+0.20abA
b (yellowness)	Control	11.19cB	12.88bB	12.91bB	13.22aB
	NPSCC	20.83cA	22.64bA	23.16aA	22.35bA

1) Mean of eight replicates

2) Means within row(a-c) and column(A-B) by the same letter are not significantly different (p<0.05)

3) Control : Caciocavallo cheese

4) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(아) 단쇄 유리 지방산 분석

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14℃, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 단쇄 유리 지방산의 변화를 측정 한 결과는 Table 31 과 같다. Short-chain free fatty acid (SCFFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C₄와 C₆ 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C₈ 은 sweaty, C₁₀ 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 숙성 중의 단쇄 유리 지방산 C₄, C₆, C₈, C₁₀ 은 Control 과 NPSCC 모두 유의적 차이가 났다 (p<0.05). 전체적인 단쇄 유리 지방산은 숙성 0 주 때 Control 은 18.33 ppm, NPSCC 는 14.48 ppm 으로 나타났으며, NPSCC 보다 Control 이 더 높은 수치를 보였다. 6 주간 숙성 했을 때, Control 은 33.71 ppm, NPSCC

는 35.21 ppm 으로 NPSCC 가 더 높은 수치를 보였다. 본 실험 결과, NPSCC 가 전체적으로 높은 수치를 보이지만, 숙성 기간 동안 rancid 를 나타내는 C₁₀ 을 보면 Control 보다 낮은 수치인 것으로 보아, 치즈에 땅콩나물 나노분말을 첨가했을시, 품질의 변화가 적을 것이라고 사료된다

Table 31. Concentration of short-chain free fatty acids in nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese and Caciocavallo cheese during ripening at 14°C for 6 weeks

(unit : ppm)

Ripening period (weeks)	Treatment	SCFA concentration				
		C4	C6	C8	C10	Total
0	Control ²⁾	9.70dB	2.12cA	2.61bA	3.90aA	18.33
	NPSCC ³⁾	9.901dA	1.10dB	1.50dB	1.98dB	14.48
2	Control	11.81cB	2.96aA	4.11aA	4.18cA	23.06
	NPSCC	12.83cA	2.22bB	2.30cB	3.26cB	20.61
4	Control	16.74bB	2.68cB	3.92bA	4.40bA	27.74
	NPSCC	19.49bA	2.71aA	3.02aB	4.19bB	29.41
6	Control	21.55aB	2.95bA	3.59cA	5.62aA	33.71
	NPSCC	25.38aA	1.95cB	2.46bB	5.42aB	35.21

1) Means within column(a-d and A-B) by the same letter are not significantly different (p<0.05)

2) Control : Caciocavallo cheese

3) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(자) 관능평가

○ Caciocavallo cheese (Control) 와 땅콩나물 나노분말을 첨가한 Caciocavallo cheese (NPSCC) 를 14°C, 상대습도 95% 에서 6 주간 숙성 중 2 주 간격 (0, 2, 4, 6 주) 으로 묘사분석을 9 점법 으로 실시한 결과는 Table 32 와 Figure 29 와 같다.

○ 숙성 중 Control 과 NPSCC 의 외관 특성인 yellowness, dryness, 향을 나타내는 cooked flavor, peanut, bean sprouts, 맛을 나타내는 bitterness, astringency, earthy, peanut, after taste, 입안 감촉 특성의 hardness, springiness 는 유의적 차이를 나타내었으며, 향의 butyric, 맛의 salty, sourness 는 유의적 차이가 없었다. 외관 특성의 yellowness, dryness 는 Control, NPSCC 모두 숙성 기간에 따라 유의적 차이는 없었지만, yellowness 는 땅콩나물 나노분말에 의하여 NPSCC 는 0 주 때 2.75, 6 주 숙성 시 3.58 로 증가하는 경향을 보였다. 또한 dryness 는 Control 은 0주 때 2.83, NPSCC 는 3.67 이었고 6 주 숙성 시 5.42, 4.50 으로 증가하는 경향을 보였다. 입안 감촉 특성 중의 hardness 는 0주 때 Control 은 3.83, NPSCC 는 3.18 이었고 6 주 숙성 시 4.83, 3.81 으로 증가하는 경향을 보였고 또한 springiness 는 0주 때 Control

은 5.50, NPSCC 는 3.55 이었고 6 주 숙성 시 5.83, 4.73 으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 물성측정 결과와 같은 경향성을 볼 수 있었다. 치즈의 품질을 결정하는 중요한 요소는 일반적으로 외관, 향, 맛, 조직감을 들 수 있는데, 본 실험에서 평가된 바와 같이 향과 맛에서 낮은 평가를 받았지만, 이는 땅콩나물 자체의 특유의 비린내 및 풀 냄새 등의 향과 맛 때문이라 사료된다. 하지만 묘사분석 항목 중의 after taste 의 차이가 크게 나지 않아 기능성 치즈에 적절하다고 판단된다.

Table 32. Comparison of descriptive analysis in Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening at 14°C 95% for 6 weeks¹⁾

Sensory description	Treatment	Ripening Periods (weeks)				
		0	2	4	6	
Appearance	Yellowness	Control ²⁾	2.75 ^{bb}	2.83 ^{bb}	2.92 ^{bb}	3.58 ^{ab}
		NPSCC ³⁾	7.42 ^{aa}	7.42 ^{aa}	7.58 ^{aa}	7.33 ^{aa}
	Dryness	Control	2.83 ^{ca}	3.83 ^{ba}	5.08 ^{aa}	5.42 ^{aa}
		NPSCC	3.67 ^{aa}	3.75 ^{aa}	4.42 ^{ab}	4.50 ^{ab}
Flavor	Butyric	Control	2.75 ^{aa}	2.75 ^{aa}	3.50 ^{aa}	3.50 ^{aa}
		NPSCC	2.58 ^{ba}	3.58 ^{aa}	3.67 ^{aa}	3.58 ^{aa}
	Cooked flavor	Control	4.33 ^{aa}	4.58 ^{aa}	4.75 ^{aa}	4.50 ^{aa}
		NPSCC	2.42 ^{ab}	3.00 ^{ab}	2.67 ^{ab}	2.50 ^{ab}
	Peanut	Control	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}
		NPSCC	4.83 ^{aa}	5.25 ^{aa}	5.42 ^{aa}	5.58 ^{aa}
	Bean sprouts	Control	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}
		NPSCC	6.58 ^{aa}	5.67 ^{aa}	5.83 ^{aa}	5.75 ^{aa}
	Salty	Control	3.42 ^{aa}	3.58 ^{aa}	3.92 ^{aa}	4.08 ^{aa}
		NPSCC	3.33 ^{aa}	3.75 ^{aa}	4.00 ^{aa}	3.92 ^{aa}
Sourness	Control	2.50 ^{aa}	2.75 ^{aa}	2.92 ^{aa}	3.08 ^{aa}	
	NPSCC	2.83 ^{aa}	3.08 ^{aa}	3.08 ^{aa}	3.17 ^{aa}	
Bitterness	Control	1.50 ^{bb}	1.67 ^{abB}	1.83 ^{abB}	2.00 ^{ab}	
	NPSCC	3.83 ^{ca}	4.33 ^{bcA}	4.58 ^{ba}	6.08 ^{aa}	
Astringency	Control	1.33 ^{bcB}	1.17 ^{cB}	1.75 ^{abB}	2.00 ^{ab}	
	NPSCC	3.17 ^{ba}	3.50 ^{ba}	3.58 ^{ba}	5.17 ^{aa}	
Earthy	Control	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	
	NPSCC	6.25 ^{aa}	6.33 ^{aa}	5.92 ^{aa}	5.83 ^{aa}	
Peanut	Control	1.17 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	1.00 ^{ab}	
	NPSCC	5.00 ^{aa}	5.33 ^{aa}	5.42 ^{aa}	5.50 ^{aa}	
After taste	Control	3.50 ^{bb}	4.00 ^{abB}	4.33 ^{abB}	4.58 ^{ab}	
	NPSCC	4.83 ^{ba}	5.17 ^{abA}	5.50 ^{abA}	6.00 ^{aa}	

Texture	Hardness	Control	3.83 ^{ba}	4.00 ^{abA}	4.75 ^{aA}	4.83 ^{aA}
		NPSCC	3.18 ^{aA}	3.54 ^{aA}	3.72 ^{aB}	3.81 ^{aB}
	Springiness	Control	5.50 ^{aA}	5.67 ^{aA}	5.75 ^{aA}	5.83 ^{aA}
		NPSCC	3.55 ^{bB}	4.18 ^{abB}	4.55 ^{aB}	4.73 ^{aB}

1) Means within row(a-c) and column(A-B) by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$)

2) Control : Caciocavallo cheese

3) NPSCC : 0.5% nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

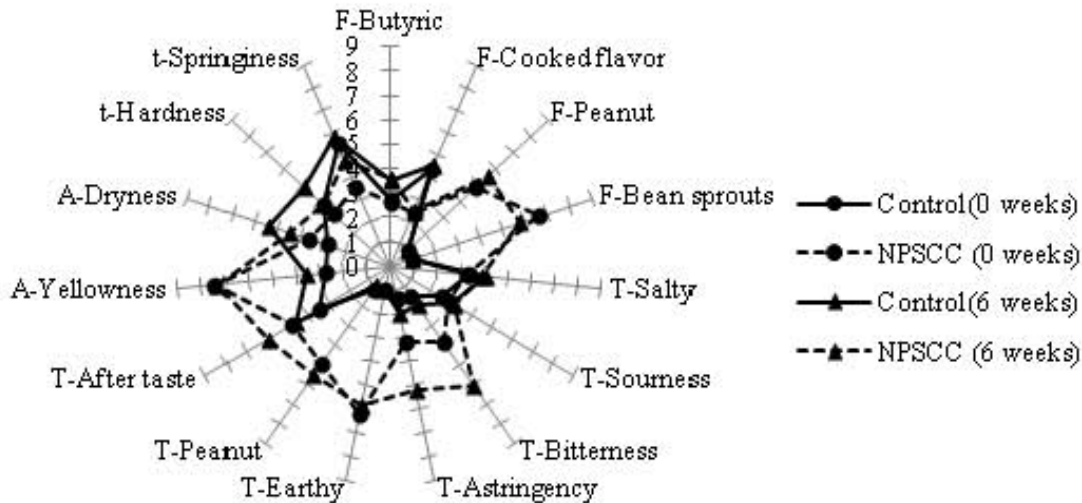


Figure 29. Spider web diagram of the average sensorial scores for Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese ripened at 14°C for 6 weeks.

(2) 키토산 나노분말 첨가 마리보 치즈(Maribo cheese)의 이화학적 분석

(가) pH 측정

일반키토산분말과 나노키토산분말 첨가 마리보치즈의 숙성중 pH 변화에 미치는 영향을 검토하고자 마리보치즈 제조 공정중 유청을 제거한 커드에 키토산 분말(CPM)과 나노키토산 분말(NCPM)을 첨가한 후 마리보치즈를 제조하여 0주부터 24주까지 숙성중 모든 처리구별 pH를 검사하였다. 그 결과는 Fig.30 과 같이 처리구별 유의적 차이 없이 숙성이 경과 될수록 미세한 산 생성력으로 pH가 0주서 16주까지 낮아졌고, 16주에서 24주까지는 다소 증가하는 결과를 보였다. 이는 숙성이 진행됨에 따라 유산의 분해, 비휘발성 성분, 치환물의 생성 acetic acid, carbonic acid와 같은 약하거나 완전 해리되지 않은 산의 생성등과 단백질의 분해에 의한 알칼리성 물질의 유리 등이라고 한 Visser(82,83)등의 보고와 유사하였다.

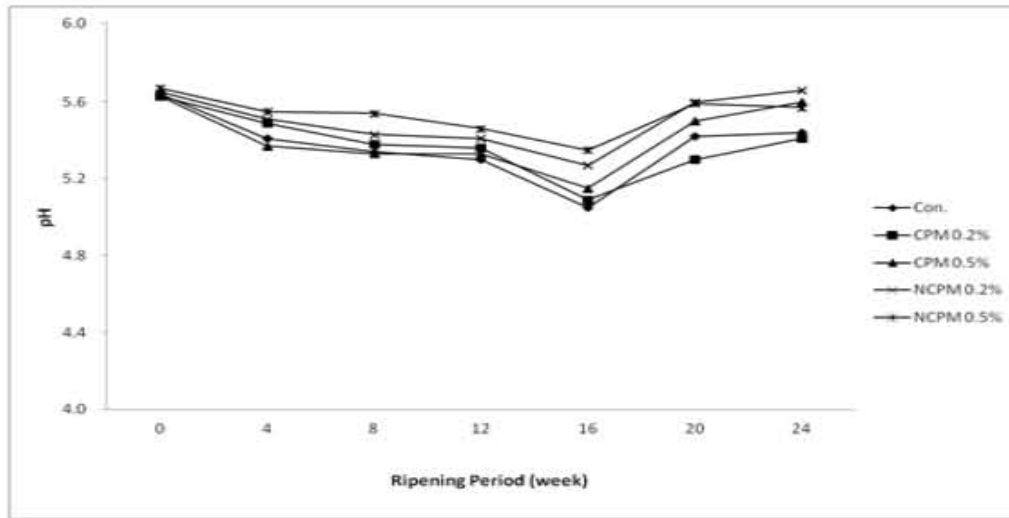


Fig. 30. Change of pH during the ripening of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(나) 유산균수 측정

키토산분말을 첨가한 마리보치즈의 숙성 중 유산균수의 변화는 Fig. 31 과 같이 나타났다. 숙성기간이 경과될수록 모든 실험구에서 유산균수는 감소하였으며, NCPM 0.2%첨가구에서 가장 높은 감소폭을 보였다. 숙성형 자연치즈는 요구르트와 달리 축산물가공처리법상 자가품질 항목에 유산균수를 법적기준치로 고시하고 있지는 않지만, 숙성형 자연치즈에서 유산균은 그들이 생성하는 여러 가지 효소에 의해 맛과 향이 결정되므로 숙성형 치즈에는 일정 수의 유산균이 생존하는 것이 유리한 품질 발달에 기여한다. 하지만 숙성 12주경에는 CPM과 NCPM을 첨가한 마리보치즈에서는 대조구보다 10^8 c.f.u/g 이하로 낮은 유산균수를 나타내어 숙성중 품질변화에 유리한 결과를 얻지 못할 것으로 판단되었다.

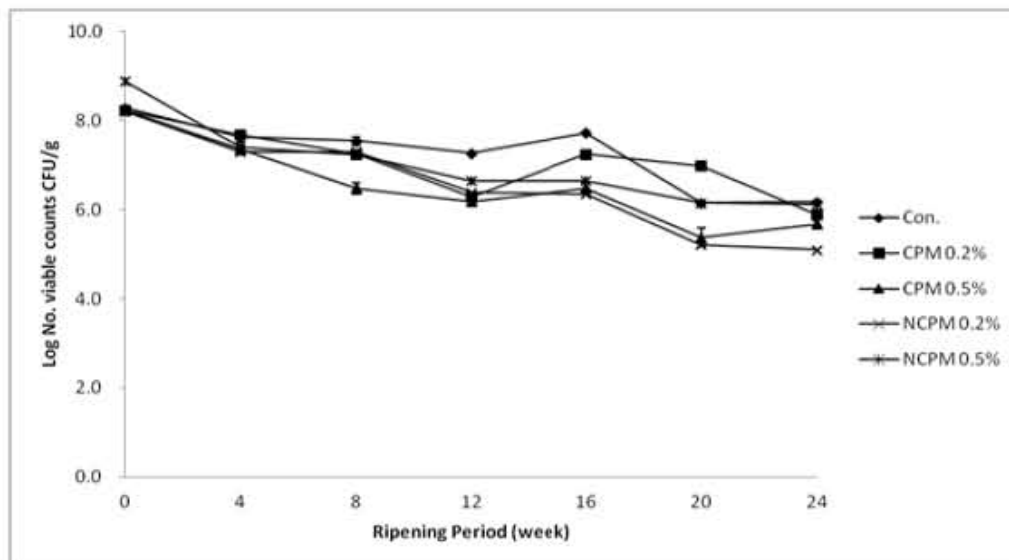


Fig. 31. Change of Viable cell counts during the ripening of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(다) 숙성중 수용성질소화합물 측정

키토산분말을 첨가한 마리보치즈의 숙성중 WSN의 변화는 Fig. 31 와 같이 나타났다. Barlow(89)는 치즈의 숙성 중 수용성 질소함량이 높을수록 높은 숙성도를 나타낸다고 보고한 바 있는데 키토산분말을 첨가한 마리보치즈에서 숙성기간이경과할수록 단백질 분해도가 높게 진행되는 것을 볼 수 있었다. 숙성 전반에서 유의적 차이 없이 완만한 숙성도를 나타내었다.

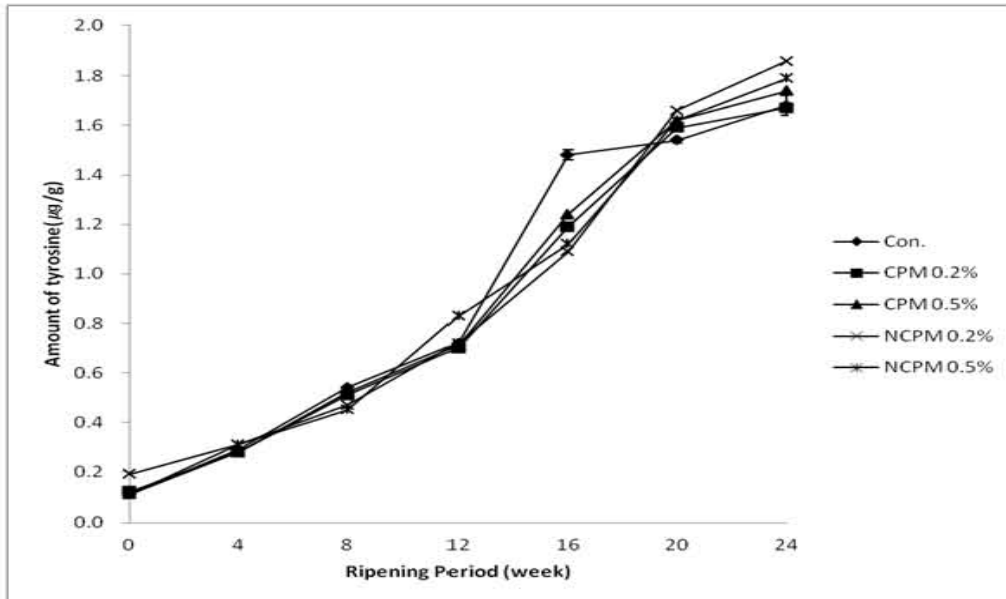


Fig. 32. Change of WSN during the ripening of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(라) 숙성중 지방산패도 측정

키토산분말을 첨가한 마리보치즈의 숙성중 지방산패도의 변화는 Fig. 33 과 같이 나타났다. 숙성이 진행될수록 모든 실험구에서 지방산패도가 증가함을 나타내었다. 숙성 0주차와 4주차에서는 실험구간의 유의적 차이는 나타나지 않았지만 숙성 8주차에는 CPM 0.5%처리구에서 가장 높은 값을 나타내었으며 12주차에는 대조구를 제외한 CPM 0.2%, CPM 0.5%, NCPM0.2% 와 NCPM 0.5%처리구에서 대조구보다 높은 지방산패도를 보였지만 숙성이 진행 되면서 전 구간에서 대조구보다 증가하는 것으로 나타났다.

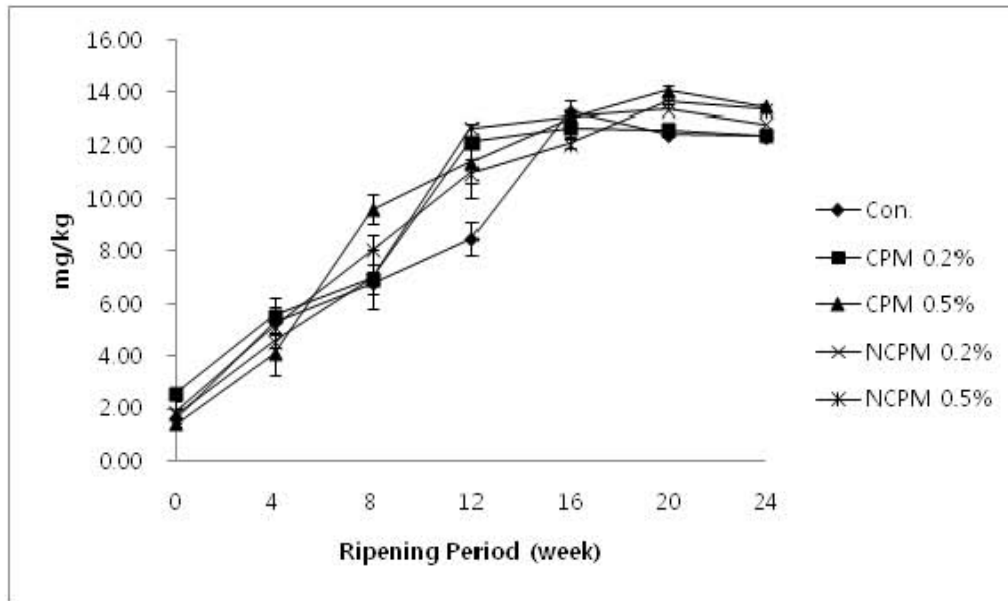


Fig. 33. Change of TBA during the ripening of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(마) 숙성중 Total Phenolic acid 측정

키토산분말을 첨가한 마리보치즈의 숙성중 TP 함량 변화는 Fig. 34 와 같이 나타났다. 대조구에서 TP함량은 4주차를 제외한 모든 실험구간에서 가장 높은 TP함량을 나타내었으며, 첨가구간의 TP함량 변화는 0주차에는 CPM 0.2%첨가구가 다른 첨가구에 비해 높은 TP함량을 보였다. CPM 0.2%첨가구와 CPM 0.5%첨가구는 숙성 4주차까지 TP함량이 증가하다가 이후에 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 대조구와 NCPM 0.5%첨가구는 숙성 8주차까지 증가하다가 이후에 감소하는 경향을 나타내었다. 숙성이 진행되면서 16주에 최저 수치를 보이고 숙성 24주차까지 상승하는 경향을 보였다. 일반키토산과 나노키토산간의 TP함량 차이는 4주차에는 CPM 0.2%첨가구를 제외한 다른 첨가구는 유의적 차이를 나타내지 않았지만 숙성 8주차에는 나노화를 한 키토산 분말 0.5% 첨가 마리보치즈에서 대조구와 유사하게 높은 값을 나타내었으며 24주 숙성 시 대조구는 처음 함량에 근사하게 상승하였다. Andersen(94)은 *Penicillium* 을 이용한 치즈에서 높은 TP함량을 나타낸다고 하였으며, Roquefort cheese의 경우는 약 300mg/kg의 높은 함량을 나타낸다고 하였다 (95).

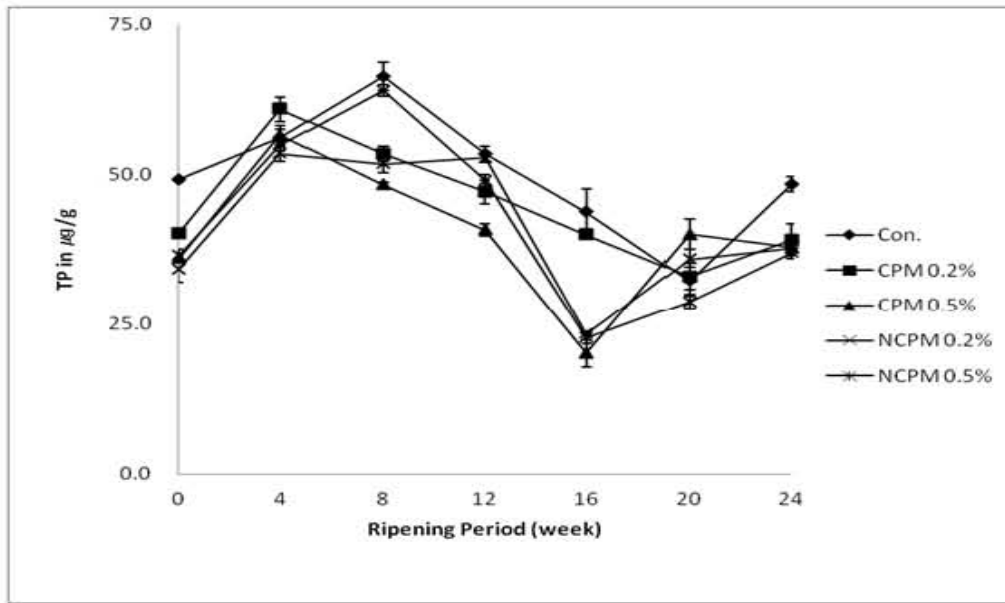


Fig. 34. Change of TP during the ripening of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(바) 일반성분 분석

키토산분말을 첨가한 마리보치즈의 일반성분 함량은 Table 33 과 같이 나타났다. 지방함량의 경우 최소 33~36%의 함량을 보였으며 단백질은 22~24%의 함량을 나타내었다. 본 연구에서 키토산분말의 첨가량이 적은 량이지만 시험구간의 차이를 보이는 이유는 제조중 커드 크기와 커드내 유청 배출량 그리고 압착으로 인한 추가 유청 배출량의 차이에서 나타나는 것으로 사료된다.

Table 33. Chemical composition Maribo cheese supplemented with Chitosan and nanochitosan Powder

	FAT	Protein	Moisture	Salt	Total solid
Con.	35.27±0.3 ^{bc}	24.25±0.3 ^{ab}	36.95±0.6 ^a	1.70±0.02 ^c	63.05±0.6 ^b
CPM 0.2%	36.87±0.6 ^a	24.50±0.5 ^a	34.22±1.1 ^b	1.85±0.02 ^b	65.78±1.1 ^a
CPM 0.5%	33.97±0.5 ^c	23.00±0.3 ^{bc}	38.01±0.3 ^a	1.82±0.04 ^{bc}	61.99±0.3 ^b
NCPM 0.2%	35.62±0.5 ^{ab}	23.31±0.5 ^{abc}	36.21±0.6 ^{ab}	1.94±0.06 ^{ab}	63.79±0.6 ^{ab}
NCPM %0.5	35.34±0.3 ^{bc}	22.91±0.2 ^c	36.88±0.4 ^a	1.98±0.03 ^a	63.11±0.4 ^b

Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-B) are significant at $p \leq 0.05$.

Control = Maribo cheese

CPM 0.2 = 0.2% Powdered chitosan-supplemented Maribo cheese

CPM 0.5 = 0.5% Powdered chitosan-supplemented Maribo cheese

NCPM 0.2 = 0.2% Nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese

NCPM 0.5 = 0.5% Nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese

(사) 단쇄 유리 지방산

Maribo cheese (Control) 와 일반 키토산 분말과 키토산 나노 분말을 각각 0.2, 0.5% 첨가한 Maribo cheese를 14°C에서 6개월 간 저장 중 한 달 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 개월) 으로 단쇄 유리 지방산의 변화를 관찰한 결과는 Table 34 와 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C₄와 C₆ 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C₈ 은 sweaty, C₁₀ 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 저장 중의 단쇄 유리 지방산 C₄, C₆, C₈, C₁₀ 은 Control 과 키토산 일반, 나노 분말을 첨가한 치즈 시료 모두 저장 기간 동안 증가하는 결과를 나타내었다. 단쇄 유리 지방산 C₄, C₆, C₈, C₁₀과 전체적인 단쇄 유리 지방산 결과 모두 키토산 일반, 나노 분말 분말을 첨가하는 것과는 거의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p>0.05). 이는 치즈에 키토산 일반, 나노 분말 분말을 첨가 하는 것이 지방산 생성의 변화에는 거의 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

Table 34. Production of short-chain fatty acid in nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening at 14°C for 6month.

Ripening period (mon)	Treatment (% w/w)	SCFA concentration (ppm)				Total
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	
0	Control	5.36±0.12 ^A	2.36±0.18 ^A	2.85±0.01 ^A	3.24±0.25 ^A	13.81
	0.2 PCMC	5.55±0.11 ^A	2.40±0.23 ^A	2.81±0.03 ^A	3.31±0.19 ^A	14.07
	0.5 PCMC	5.39±0.04 ^A	2.49±0.14 ^A	2.82±0.06 ^A	3.28±0.34 ^A	13.98
	0.2 NCMC	5.27±0.13 ^A	2.74±0.13 ^A	2.43±0.35 ^A	3.35±0.36 ^A	13.79
	0.5 NCMC	5.48±0.34 ^A	2.56±0.14 ^A	2.76±0.11 ^A	3.30±0.13 ^A	14.10
1	Control	5.76±0.09 ^A	2.70±0.02 ^A	3.02±0.05 ^{AB}	4.28±0.04 ^A	15.76
	0.2 PCMC	5.80±0.08 ^A	2.74±0.16 ^A	3.15±0.05 ^A	4.58±0.04 ^A	16.27
	0.5 PCMC	5.84±0.05 ^A	2.78±0.18 ^A	3.10±0.01 ^{AB}	4.61±0.16 ^A	16.33
	0.2 NCMC	5.70±0.03 ^A	2.77±0.09 ^A	3.03±0.05 ^{AB}	4.52±0.23 ^A	16.02
	0.5 NCMC	5.81±0.05 ^A	2.73±0.20 ^A	3.13±0.04 ^{AB}	4.56±0.09 ^A	16.23
2	Control	6.01±0.08 ^A	3.11±0.08 ^A	3.69±0.09 ^A	10.57±0.08 ^B	23.38
	0.2 PCMC	5.87±0.06 ^A	3.16±0.06 ^A	3.71±0.17 ^A	12.56±0.20 ^A	25.30
	0.5 PCMC	5.91±0.04 ^A	3.15±0.03 ^A	3.65±0.13 ^A	12.72±0.23 ^A	25.43
	0.2 NCMC	5.94±0.06 ^A	3.15±0.09 ^A	3.74±0.08 ^A	12.65±0.13 ^A	25.48
	0.5 NCMC	5.93±0.05 ^A	3.17±0.03 ^A	3.76±0.13 ^A	12.68±0.11 ^A	25.54
3	Control	6.69±0.64 ^{AB}	3.30±0.08 ^A	5.70±0.25 ^A	16.49±1.31 ^A	32.18
	0.2 PCMC	5.83±0.37 ^B	3.25±0.08 ^A	5.61±0.34 ^A	17.70±1.23 ^A	32.39
	0.5 PCMC	6.26±0.06 ^{AB}	3.55±0.10 ^A	5.70±0.13 ^A	17.57±0.68 ^A	33.08
	0.2 NCMC	7.16±0.47 ^{AB}	3.39±0.16 ^A	5.82±0.25 ^A	17.83±1.18 ^A	34.20
	0.5 NCMC	7.99±1.29 ^A	3.57±0.23 ^A	5.80±0.13 ^A	17.19±1.05 ^A	34.55
4	Control	11.09±1.24 ^B	4.22±0.08 ^C	5.89±0.04 ^A	18.14±0.11 ^C	44.98
	0.2 PCMC	13.79±0.07 ^A	4.56±0.08 ^A	5.74±0.06 ^B	18.21±0.06 ^C	42.30
	0.5 PCMC	14.52±0.65 ^A	4.49±0.10 ^{AB}	5.86±0.06 ^{AB}	18.94±0.35 ^{AB}	43.81
	0.2 NCMC	13.38±0.37 ^A	4.28±0.16 ^{BC}	5.95±0.03 ^A	18.40±0.31 ^{BC}	42.01
	0.5 NCMC	13.86±1.12 ^A	4.50±0.02 ^{AB}	5.92±0.04 ^A	19.27±0.08 ^A	43.55
5	Control	13.48±0.30 ^B	4.88±0.10 ^A	6.11±0.08 ^A	20.51±0.04 ^A	44.98
	0.2 PCMC	16.61±0.97 ^{AB}	4.92±0.06 ^A	6.23±0.06 ^A	21.62±0.11 ^A	49.38
	0.5 PCMC	17.19±0.67 ^A	5.00±0.02 ^A	6.32±0.35 ^A	21.38±0.74 ^A	49.89
	0.2 NCMC	16.16±0.67 ^A	4.93±0.09 ^A	6.10±0.01 ^A	20.68±0.04 ^A	47.87
	0.5 NCMC	16.52±1.55 ^A	5.00±0.16 ^A	6.23±0.11 ^A	21.15±0.78 ^A	48.90
6	Control	15.18±1.01 ^B	6.88±0.11 ^A	7.08±0.23 ^A	25.13±0.25 ^A	53.11
	0.2 PCMC	18.09±0.76 ^{AB}	6.95±0.13 ^A	7.14±0.06 ^A	25.15±2.35 ^A	57.33
	0.5 PCMC	21.97±0.92 ^A	7.08±0.13 ^A	7.17±0.04 ^A	27.38±2.64 ^A	62.78
	0.2 NCMC	19.34±2.61 ^{AB}	7.09±0.30 ^A	7.16±0.01 ^A	27.85±2.76 ^A	59.94
	0.5 NCMC	20.32±2.39 ^A	7.21±0.27 ^A	7.20±0.02 ^A	26.96±2.78 ^A	60.69

Means within a column with different letters are significantly different at p<0.05

Control: untreated Maribo cheese.

PCMC: powdered chitosan-added Maribo cheese.

NCMC: nanopowdered chitosan-added Maribo cheese.

(아) 색도

4°C 저장된 각각의 샘플을 상온에서 Hunter 색차계를 사용하여 밝은 정도를 나타내는 L-value (lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a-value (redness), 노란색 정도를 나타내는 b-value (yellowness)를 10회 반복하여 측정된 결과는 Table 35 와 같다. L값은 모든 군에서 숙성기간 동안 유의적으로 감소하였으며, 샘플 간에는 유의적으로 차이가 나타나지 않은 것으로 관찰되어 숙성기간이 길어지면서 어두워지는 것으로 나타났다. a값은 모든그룹에서 숙성기간동안 증가하는 것으로 관찰되었으며, 샘플간의 차이는 키토산 일반분말 그룹에서 키토산 나노분말보다 높은 값으로 나타났다. b값도 a값과 비슷한 경향이 관찰되어 숙성기간이 길어질수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 키토산 나노분말 첨가 Maribo cheese의 색도를 측정된 결과 대조군, 키토산 일반분말 첨가 Maribo cheese와 유의적으로 차이가 나지 않아 키토산 나노분말을 적용한 기능성 치즈 제조 시 큰 영향이 없을 것으로 나타났다.

Table 35. Changes of color in nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese and powdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening at 10°C for 4 months

Color value	Treatment (% w/w)	Ripening period (month)						
		0	1	2	3	4	5	6
L	Control	85.74±0.95 ^{Aa}	82.95±0.60 ^{Ab}	81.87±0.65 ^{Ac}	81.40±0.94 ^{Ac}	80.04±1.36 ^{Bd}	79.25±1.80 ^{Ad}	77.20±0.93 ^{Be}
	0.2 PC	85.86±0.38 ^{Aa}	82.81±0.60 ^{Ab}	82.30±0.60 ^{Ab}	81.49±1.07 ^{Ac}	81.26±0.89 ^{Ac}	79.98±1.05 ^{Ad}	78.47±0.73 ^{Ae}
	0.5 PC	85.95±0.53 ^{Aa}	82.97±0.73 ^{Ab}	82.06±0.97 ^{Ac}	81.46±0.49 ^{Ac}	80.92±1.06 ^{ABd}	79.91±1.79 ^{Ae}	77.31±0.49 ^{Bf}
	0.2 NPC	86.06±0.67 ^{Aa}	82.98±0.55 ^{Ab}	82.25±0.41 ^{Abc}	81.41±1.71 ^{Ac}	81.04±0.84 ^{ABd}	79.65±0.85 ^{Ae}	77.49±1.14 ^{Bf}
	0.5 NPC	85.92±0.48 ^{Aa}	82.78±0.54 ^{Ab}	80.76±0.56 ^{Bc}	80.64±0.79 ^{Ac}	80.31±1.28 ^{ABc}	78.25±0.50 ^{Ad}	75.86±0.57 ^{Ce}
a	Control	2.99±0.17 ^{Ae}	3.07±0.02 ^{Ad}	3.12±0.02 ^{ABcd}	3.19±0.04 ^{Abc}	3.19±0.04 ^{Abc}	3.22±0.10 ^{Ab}	3.58±0.05 ^{Aa}
	0.2 PC	2.93±0.10 ^{ABd}	3.09±0.05 ^{Ac}	3.14±0.07 ^{ABbc}	3.14±0.10 ^{Abc}	3.15±0.02 ^{ABbc}	3.20±0.14 ^{Ab}	3.41±0.09 ^{Ba}
	0.5 PC	2.92±0.09 ^{ABd}	3.61±0.05 ^{Ac}	3.15±0.06 ^{Abc}	3.14±0.05 ^{Ac}	3.15±0.15 ^{ABbc}	3.25±0.21 ^{Ab}	3.39±0.04 ^{BCa}
	0.2 NPC	2.86±0.04 ^{Bc}	3.00±0.10 ^{Bb}	3.07±0.09 ^{BCb}	3.09±0.04 ^{Bb}	3.10±0.02 ^{Bb}	3.21±0.12 ^{Aa}	3.27±0.21 ^{BCa}
	0.5 NPC	2.57±0.13 ^{Ce}	2.84±0.03 ^{Cd}	3.03±0.11 ^{Cc}	3.05±0.02 ^{Bc}	3.09±0.08 ^{Bbc}	3.19±0.15 ^{Aab}	3.26±0.24 ^{Ca}
b	Control	10.93±0.33 ^{Ad}	12.06±0.11 ^{ABc}	12.62±0.22 ^{Bb}	12.69±0.23 ^{Bab}	12.85±0.53 ^{Bab}	12.86±0.05 ^{Cab}	12.93±0.12 ^{Ba}
	0.2 PC	10.91±0.27 ^{Af}	11.89±0.32 ^{Be}	12.46±0.17 ^{Bd}	12.55±0.26 ^{Bcd}	12.71±0.22 ^{Bc}	12.93±0.16 ^{Cb}	13.25±0.14 ^{Aa}
	0.5 PC	11.05±0.39 ^{Ad}	12.30±0.35 ^{ABc}	12.94±0.58 ^{Ab}	13.07±0.20 ^{Aab}	13.14±0.20 ^{Aab}	13.17±0.24 ^{ABab}	13.42±0.53 ^{Aa}
	0.2 NPC	11.11±0.23 ^{Ad}	12.15±0.29 ^{ABc}	12.33±0.24 ^{Bc}	12.67±0.08 ^{Bb}	12.98±0.19 ^{ABa}	13.01±0.35 ^{BCa}	13.20±0.18 ^{Aa}
	0.5 NPC	10.87±0.10 ^{Af}	12.06±0.19 ^{ABe}	13.01±0.20 ^{Ad}	13.13±0.15 ^{Ac}	13.17±0.05 ^{Abc}	13.28±0.09 ^{Aab}	13.39±0.17 ^{Aa}

Means with different superscripts in a row(a-f) and column(A-C) are significant at $p \leq 0.05$.

Control : untreated Maribo cheese.

PC : powdered chitosan-added Maribo cheese.

NPC : nanopowdered chitosan-added Maribo cheese.

(자) 물성 검사

치즈의 단단한 정도를 나타내는 Hardness 가 모든 시료에서 숙성이 진행되면서 감소하였다. 3 개월 이후로 control보다 나노 키토산 분말을 첨가한 치즈가 유의적으로 높은 hardness를 보였다 ($p < 0.05$). 입자들 간의 결합력을 나타내는 Cohesiveness는 숙성 중 모든 시료에서 감소하였는데 control과 나노 키토산 분말 첨가 치즈와 유의적인 차이가 거의 없었다 ($p > 0.05$). 탄성을 나타내는 springiness, 점착성을 나타내는 gumminess, 씹힘성을 나타내는 chewiness 모두 나노 키토산 분말을 첨가한 치즈에서 유의적인 차이는 없지만 더 높은 값을 나타냈으며 ($p > 0.05$), 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다.

Table 36. Texture properties of nanopowdered chitosan supplemented Maribo cheese and powdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening at 10°C for 4 months

Texture description	Treatment (% w/w)	Ripening Period (month)						
		0	1	2	3	4	5	6
Hardness	Control	14.97±0.61 ^{Aa}	9.76±1.21 ^{Ab}	9.47±0.94 ^{Ab}	7.41±0.47 ^{Bc}	7.32±0.80 ^{Bc}	7.19±1.22 ^{Bc}	7.15±0.66 ^{Bc}
	0.2 PC	14.99±0.62 ^{Aa}	9.92±0.90 ^{Ab}	9.87±1.09 ^{Ab}	9.33±1.02 ^{Ab}	9.34±0.48 ^{Ab}	9.27±0.71 ^{Ab}	9.14±0.09 ^{Ab}
	0.5 PC	15.08±0.51 ^{Aa}	10.26±0.82 ^{Ab}	10.05±1.41 ^{Ab}	9.71±0.60 ^{Ab}	9.51±0.74 ^{Ab}	9.42±0.51 ^{Ab}	9.23±1.48 ^{Ab}
	0.2 NPC	14.98±0.30 ^{Aa}	9.48±0.80 ^{Ab}	9.18±0.62 ^{Abc}	8.89±0.98 ^{Abc}	8.43±0.81 ^{ABc}	8.38±0.62 ^{Ac}	8.19±0.49 ^{ABc}
	0.5 NPC	15.04±1.16 ^{Aa}	9.96±1.00 ^{Ab}	9.64±0.99 ^{Ab}	9.30±1.11 ^{Ab}	9.26±1.42 ^{Ab}	9.23±0.86 ^{Ab}	9.20±0.12 ^{Ab}
Cohesiveness	Control	0.78±0.02 ^{Aa}	0.73±0.02 ^{Ab}	0.69±0.01 ^{Ad}	0.71±0.01 ^{Ac}	0.70±0.01 ^{Acod}	0.68±0.01 ^{Ade}	0.67±0.01 ^{Ae}
	0.2 PC	0.78±0.01 ^{Aa}	0.73±0.02 ^{Ab}	0.68±0.02 ^{Ac}	0.68±0.04 ^{Bcd}	0.66±0.02 ^{Bod}	0.66±0.02 ^{Bd}	0.65±0.01 ^{Ad}
	0.5 PC	0.78±0.02 ^{Aa}	0.74±0.02 ^{Ab}	0.68±0.02 ^{Ac}	0.69±0.01 ^{ABc}	0.69±0.02 ^{Ac}	0.67±0.01 ^{ABcd}	0.64±0.03 ^{Ad}
	0.2 NPC	0.79±0.02 ^{Aa}	0.73±0.01 ^{Ab}	0.69±0.02 ^{Ac}	0.67±0.01 ^{Bcd}	0.69±0.01 ^{Ac}	0.68±0.02 ^{Acod}	0.66±0.01 ^{Ad}
	0.5 NPC	0.79±0.02 ^{Aa}	0.74±0.01 ^{Ab}	0.70±0.02 ^{Ac}	0.69±0.01 ^{ABcd}	0.69±0.01 ^{Acod}	0.67±0.02 ^{ABde}	0.67±0.02 ^{Ae}
Gumminess	Control	11.39±0.32 ^{Aa}	7.78±0.49 ^{Ab}	7.46±0.31 ^{Ab}	5.28±0.31 ^{Bc}	5.26±1.08 ^{Bc}	5.12±1.21 ^{Ac}	5.05±0.16 ^{Bc}
	0.2 PC	11.50±0.44 ^{Aa}	7.19±0.52 ^{Ab}	7.01±0.32 ^{Ab}	6.97±0.67 ^{Ab}	6.87±0.43 ^{Abc}	6.57±0.46 ^{Bbc}	6.26±0.52 ^{Ac}
	0.5 PC	11.52±0.46 ^{Aa}	7.68±0.80 ^{Ab}	7.22±0.51 ^{Abc}	6.99±0.22 ^{Abc}	6.80±0.76 ^{Ac}	6.81±0.10 ^{Bc}	6.53±0.65 ^{Ac}
	0.2 NPC	11.44±0.35 ^{Aa}	7.08±0.72 ^{Ab}	7.06±0.61 ^{Ab}	6.95±0.55 ^{Ab}	7.01±1.25 ^{Ab}	6.92±0.29 ^{Bb}	6.67±0.45 ^{Ab}
	0.5 NPC	11.46±0.75 ^{Aa}	7.51±1.11 ^{Ab}	7.37±0.52 ^{Ab}	7.00±0.36 ^{Ab}	6.96±0.69 ^{Ab}	6.82±0.57 ^{Bb}	6.70±0.69 ^{Ab}
Springiness	Control	0.79±0.01 ^{Aa}	0.75±0.03 ^{Aa}	0.75±0.08 ^{Aa}	0.70±0.01 ^{Ab}	0.70±0.02 ^{Ab}	0.68±0.02 ^{Ab}	0.68±0.03 ^{Ab}
	0.2 PC	0.80±0.11 ^{Aa}	0.73±0.02 ^{Aab}	0.73±0.07 ^{Aab}	0.71±0.02 ^{Ab}	0.70±0.02 ^{Ab}	0.69±0.04 ^{Ab}	0.66±0.03 ^{Ab}
	0.5 PC	0.85±0.12 ^{Aa}	0.77±0.12 ^{Aab}	0.76±0.11 ^{Aabc}	0.72±0.03 ^{Abc}	0.69±0.02 ^{Abc}	0.65±0.03 ^{Ac}	0.65±0.03 ^{Ac}
	0.2 NPC	0.79±0.14 ^{Aa}	0.74±0.02 ^{Aab}	0.73±0.04 ^{Aab}	0.71±0.01 ^{Aab}	0.69±0.02 ^{Ab}	0.67±0.02 ^{Ab}	0.67±0.03 ^{Ab}
	0.5 NPC	0.83±0.10 ^{Aa}	0.78±0.10 ^{Aab}	0.78±0.11 ^{Aab}	0.72±0.04 ^{Abc}	0.69±0.03 ^{Abc}	0.66±0.04 ^{Ac}	0.66±0.02 ^{Ac}
Chewiness	Control	9.42±0.38 ^{Aa}	5.13±0.58 ^{Ab}	5.08±0.39 ^{Ab}	5.04±0.91 ^{Ab}	4.97±0.21 ^{Ab}	4.91±0.29 ^{Ab}	4.85±0.42 ^{Ab}
	0.2 PC	9.64±0.97 ^{Aa}	5.28±0.52 ^{Ab}	5.15±0.26 ^{Ab}	5.11±0.74 ^{Ab}	5.06±0.30 ^{Ab}	4.98±0.40 ^{Ab}	4.87±0.34 ^{Ab}
	0.5 PC	9.82±1.10 ^{Aa}	5.53±0.74 ^{Ab}	5.31±0.59 ^{Ab}	5.19±0.74 ^{Ab}	5.04±0.25 ^{Ab}	4.97±0.57 ^{Ab}	4.88±0.14 ^{Ab}
	0.2 NPC	9.52±1.81 ^{Aa}	5.15±0.84 ^{Ab}	5.04±0.37 ^{Ab}	5.01±0.43 ^{Ab}	4.82±0.48 ^{Ab}	4.78±0.21 ^{Ab}	4.80±0.39 ^{Ab}
	0.5 NPC	9.71±0.38 ^{Aa}	5.38±0.35 ^{Ab}	5.28±0.47 ^{Abc}	5.22±0.20 ^{Abc}	5.04±0.12 ^{Abc}	4.91±0.29 ^{Abc}	4.85±0.48 ^{Ac}

Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-B) are significant at $p \leq 0.05$.

Control = Maribo cheese

PC : powdered chitosan-added Maribo cheese.

NPC : nanopowdered chitosan-added Maribo cheese.

(차) 관능평가

패널은 관능검사 경험이 많은 세종대학교 식품공학과 대학원생 10명으로 이루어 졌으며, 대조군과 각각의 샘플을 비교하여 7점법으로 평가하였으며 결과는 Table 37 과 같다. 대조군의 경우에도 숙성기간동안 yellowness는 증가하였고 대조군(4점)을 기준으로 하였을 경우에 대조군을 제외한 모든 그룹에서 yellowness의 증가 정도가 큰 것으로 나타났다. Cheese eye의 경우에는 대조군에서도 관찰되지 않았으며 모든 그룹에서 그 결과는 같았다. 향과 맛의 경우에는 대조군과 비교하였을때 각각의 그룹에서 꼬린 내, 쓴맛, 짠맛은 모두 숙성기간 동안 증가하였으며, 샘플간의 차이는 거의 없는 것으로 관찰되었다. 물성평가 항목 중 경도는 일반적인 반경질치즈 마찬가지로 숙성기간동안에 더 단단해 지는 것으로 나타났으며, 각 샘플간의 차이는 보이지 않았다. 전체적인 기호도 평가에서 대조군 보다 키토산 나노분말 첨가 Maribo 치즈가 더 높은 것으로 나타나 관능적으로 우수하였다.

Table 37. Sensory characteristics of nanopowdered chitosan supplemented Maribo cheese and powdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening at 10°C for 4 months

Texture description	Treatment (% w/w)	Ripening Period(month)						
		0	1	2	3	4	5	6
Butyric	Control	4.00±0.00 ^{Aa}	4.00±0.00 ^{Aa}	4.00±0.00 ^{Aa}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.17±0.41 ^{Aa}	4.17±0.41 ^{Aa}	4.33±0.52 ^{Aa}
	0.2 PC	4.17±0.41 ^{Ab}	4.17±0.41 ^{Ab}	4.83±0.75 ^{Aab}	4.83±0.41 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	5.00±1.10 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aa}
	0.5 PC	4.17±0.75 ^{Ab}	4.67±0.82 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	5.00±0.63 ^{Aab}	5.00±0.89 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aab}	5.33±1.21 ^{Aa}
	0.2 NPC	4.17±0.75 ^{Ab}	4.33±0.52 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	4.67±0.82 ^{ABab}	4.83±0.41 ^{Aab}	4.83±0.98 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aa}
	0.5 NPC	4.17±0.75 ^{Ab}	4.67±0.82 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	4.83±0.75 ^{Aab}	5.00±0.63 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aa}
Bitterness	Control	4.00±0.00 ^{Ac}	4.50±0.55 ^{Ab}	5.00±0.41 ^{Aa}	4.50±0.55 ^{Ab}	4.33±0.52 ^{Abc}	4.00±0.41 ^{Ac}	4.00±0.41 ^{Ac}
	0.2 PC	4.00±0.00 ^{Ab}	4.83±0.98 ^{Aab}	5.33±0.82 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aab}	4.67±1.21 ^{Aabc}	4.33±0.82 ^{Aab}	4.33±0.52 ^{Aab}
	0.5 PC	4.17±0.75 ^{Ac}	5.00±0.89 ^{Aabc}	5.67±1.03 ^{Aa}	5.17±0.75 ^{Aab}	5.00±0.41 ^{Aab}	4.83±0.41 ^{Aabc}	4.50±0.55 ^{Abc}
	0.2 NPC	4.00±0.63 ^{Ab}	4.33±0.52 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aab}	4.50±1.05 ^{Aab}	4.33±0.52 ^{Aab}	4.17±0.75 ^{Ab}
	0.5 NPC	4.17±0.41 ^{Ab}	4.83±0.98 ^{Aab}	5.33±0.82 ^{Aa}	5.00±0.89 ^{Aab}	4.83±0.41 ^{Aab}	4.50±1.05 ^{Aab}	4.33±0.52 ^{Aab}
Hardness	Control	4.50±0.55 ^{Aa}	3.83±0.41 ^{Ab}	3.83±0.41 ^{Ab}	3.50±0.84 ^{Abc}	3.33±0.52 ^{Abc}	3.17±0.41 ^{Bc}	3.00±0.41 ^{Bc}
	0.2 PC	4.50±0.55 ^{Aa}	4.17±0.98 ^{Aa}	4.00±0.89 ^{Aa}	4.17±1.17 ^{Aa}	4.00±0.63 ^{Aa}	3.83±0.41 ^{Aa}	3.67±0.52 ^{ABa}
	0.5 PC	4.83±0.41 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aab}	4.33±0.52 ^{Aab}	4.00±0.63 ^{Aab}	4.17±1.17 ^{Aab}	4.00±0.41 ^{Aab}	3.83±0.41 ^{Ab}
	0.2 NPC	4.50±0.84 ^{Aa}	4.17±1.17 ^{Aa}	4.17±0.41 ^{Aa}	4.17±0.75 ^{Aa}	3.83±0.98 ^{Aa}	3.67±0.52 ^{Aa}	3.50±0.55 ^{ABa}
	0.5 NPC	4.50±0.55 ^{Aa}	4.50±0.84 ^{Aa}	4.33±0.52 ^{Aa}	4.33±0.82 ^{Aa}	4.00±0.89 ^{Aa}	3.83±0.41 ^{Aa}	3.67±0.82 ^{ABa}
Overall acceptability	Control	4.50±0.55 ^{Aa}	4.67±1.03 ^{Aa}	4.50±0.55 ^{Aa}	4.83±0.75 ^{Aa}	5.00±0.63 ^{Aa}	5.00±0.63 ^{Aa}	5.17±1.17 ^{Aa}
	0.2 PC	4.67±0.82 ^{Aa}	5.17±1.17 ^{Aa}	4.83±0.98 ^{Aa}	5.17±0.75 ^{Aa}	5.67±1.03 ^{Aa}	5.83±1.17 ^{Aa}	5.83±0.98 ^{Aa}
	0.5 PC	4.50±1.05 ^{Aa}	4.83±0.75 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aa}	5.00±0.89 ^{Aa}	5.50±1.05 ^{Aa}	5.67±1.21 ^{Aa}	5.67±0.82 ^{Aa}
	0.2 NPC	4.50±1.38 ^{Ab}	5.00±0.89 ^{Aab}	5.33±0.82 ^{Aab}	5.83±0.75 ^{Aa}	6.00±0.63 ^{Aa}	6.17±0.75 ^{Aa}	6.17±0.75 ^{Aa}
	0.5 NPC	4.67±1.21 ^{Ab}	4.83±0.75 ^{Aab}	5.17±0.75 ^{Aab}	5.83±0.75 ^{Aab}	5.83±1.17 ^{Aab}	6.00±1.10 ^{Aa}	6.00±0.89 ^{Aa}

Means with different superscripts in a row(a-c) and column(A-B) are significant at $p \leq 0.05$.

Control : untreated Maribo cheese.

PC : powdered chitosan-added Maribo cheese.

NPC : nanopowdered chitosan-added Maribo cheese.

다. 기능성 반경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험

(1) 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo cheese의 관절염효과 규명을 위한 동물 실험

(가) Medical score, paw thickness

실험의 결과는 Figure 35 와 같다. Methotrexate 그룹에 경우 Medical score 와 paw thickness 에서 관절염 치료효과를 나타냈으며, 땅콩나물 나노분말 Caciocavallo 치즈에서도 다른 시료에 비하여 관절염 개선효과가 보다 높게 나타났다.

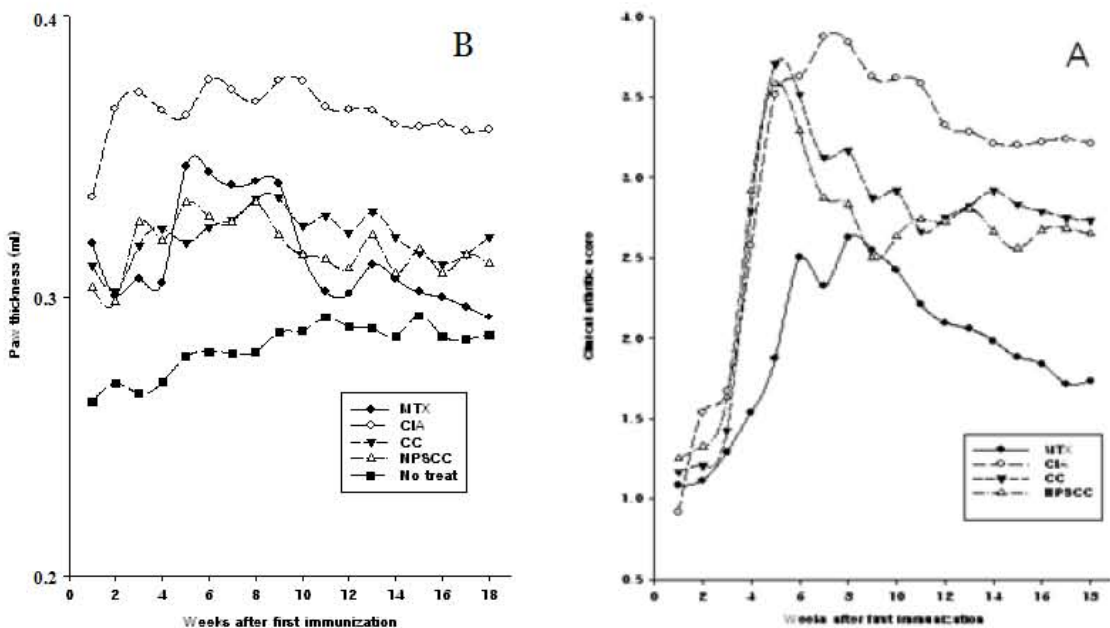


Figure 35. Absolute clinical arthritic score (A) and paw thickness (B) of all groups. MTX; methotrexate, CIA; collagen-induced arthritis, CC; Caciocavallo cheese, NPSCC; nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese.

(나) 병리학적 분석

병리학적 분석의 실험 결과는 Figure 36 과 같다. MTX 그룹의 경우 관절연골의 변형정도가 CIA 그룹에 비해 낮게 나타났고, 관절연골의 재생이 관찰 된 것으로 나타나서 관절염이 일부 치료되었음을 알 수 있었다. 땅콩나물 첨가 Caciocavallo 치즈 그룹에서는 CIA 그룹에 비해 낮은 정도의 변형이 관찰 되었고 그 정도는 MTX 그룹과 비교하여 낮았지만, 어느 정도 관절염 개선효과가 있는 것으로 나타났다.

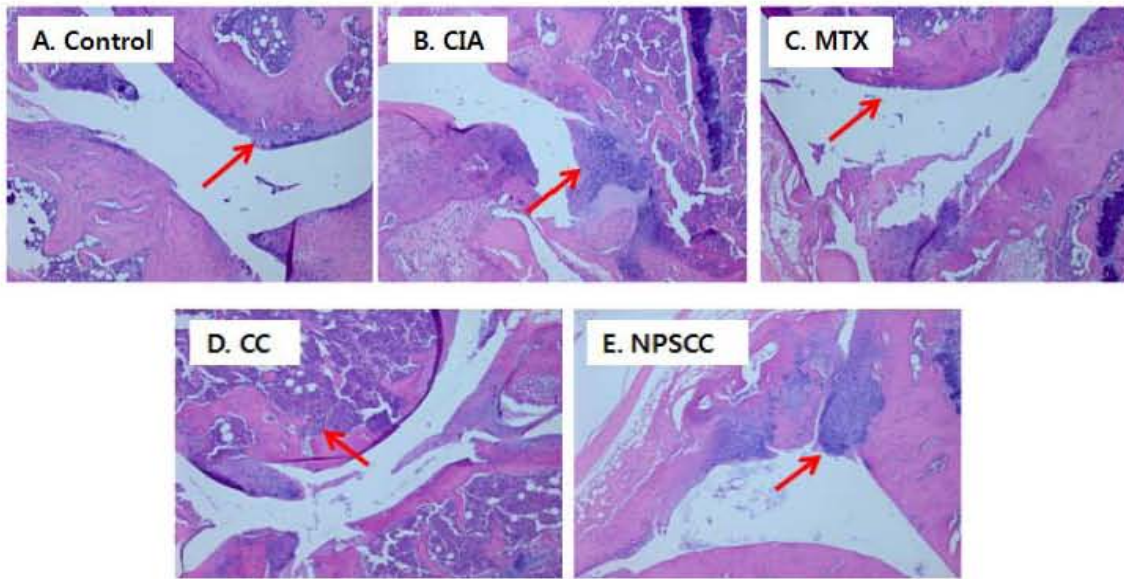


Figure 36. Histologic changes in knee joint of all groups. (A); control group, (B); collagen-induced arthritis group, (C); methotrexate group, (D); Caciocavallo cheese group, (E); nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

(다) 비장지수

비장 지수 실험에 대한 결과는 Figure 37 과 같다. 비장은 염증성 질환에 걸리게 되면 면역체계를 증진시키기 위해 비대해 지는 것으로 알려져 있다. MTX의 경우 CIA그룹에 비해 반 정도 낮았지만 땅콩나물첨가 caciocavallo 치즈그룹의 경우 MTX 보다 약간 더 낮아 매우 긍정적인 결과가 나타났다.

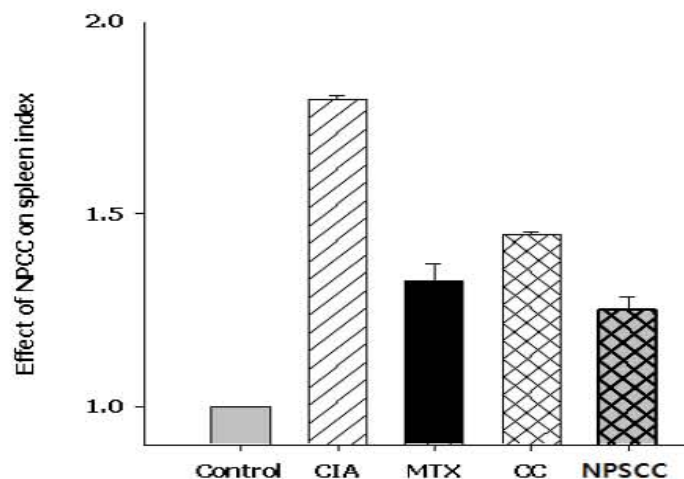


Figure 37. Effect of peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese on the spleen indexes in CIA mice. Control; control group, CIA; collagen-induced arthritis group, MTX; methotrexate group, CC; Caciocavallo group, NPSCC; nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese

2. 제 2차년도 (2012)

가. 기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물결의 탐색 및 선정

(1) 효소(또는 효소혼합) 유효성분 19종 분석방법 셋팅

(가) 분석법 실험 결과

하기 Fig. 38에서 볼 수 있듯이 진세노사이드 19종에 대한 peak 및 분리를 확인 하였으며 총 분석시간은 26.5분으로 셋팅이 완료되었다. 분리능을 좋게 하기위해 HPLC 대신 UPLC 기기를 이용한 것이 진세노사이드 isomer 분석하는데 큰 역할을 한 것으로 사료된다.

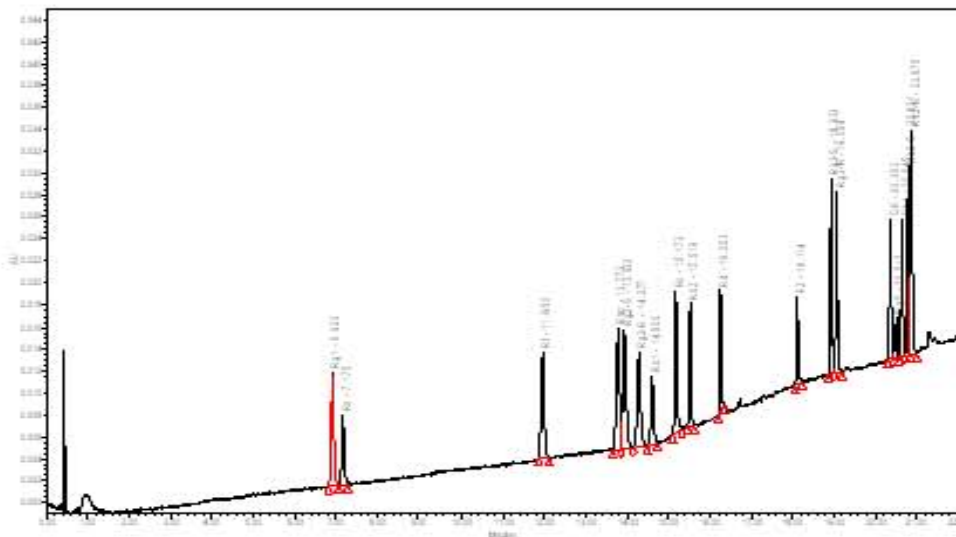


Figure. 38. UPLC profile of 19 ginsenosides

(나) 효소혼합 제조를 위한 홍삼 유효성분 추출 공정 설계 & 추출조건별 사포닌 함량 결과
상기의 결과를 종합해볼 때, 홍삼 최적 추출 공정은 다음과 같다. 에탄올 농도 70%, 추출 온도 60℃, 홍삼 원료 농도는 10brix, 추출시간 6시간씩 3회 추출이었다. 이때의 총 진세노사이드의 함량은 28.9 mg/g 이었고, Rb₁+Rg₁의 총 농도는 10.1 mg/g 이었다. 이상의 결과를 문헌과 비교해 보면 한국인삼연초연구원(1992년)에서 홍삼원료에 따른 총 진세노사이드 함량을 측정하였는데 극세미 12.98 mg/g, 세미 6.67 mg/g, 중미 5.03 mg/g, 대미 2.03 mg/g 으로 나타났다. 한국생약학회지(1992)에서는 추출 용매에 따른 추출물 중의 진세노사이드 함량을 비교 분석하였는데 수율과 총 진세노사이드 함량은 각각 플 50.3%, 25.5 mg/g, 20%에탄올 44.3%, 31.2 mg/g, 40%에탄올 42.2%, 38.2 mg/g, 60%에탄올 39.6%, 47.5 mg/g, 80%에탄올 36.5%, 53.4 mg/g, 100%에탄올에서 19.7%, 92.2 mg/g을 나타내어, 수율은 플 추출이 가장 높았고 에탄올 비율이 높아질수록 낮아졌으나, 추출물 중의 진세노사이드 함량은 에탄올의 비율이 높아질수록 증가하였으며, 100%에탄올일 때 가장 높게 나타났다.

(다) 홍삼 진세노사이드 전환 방법

① 효소 전환 조건 설정 실험 결과

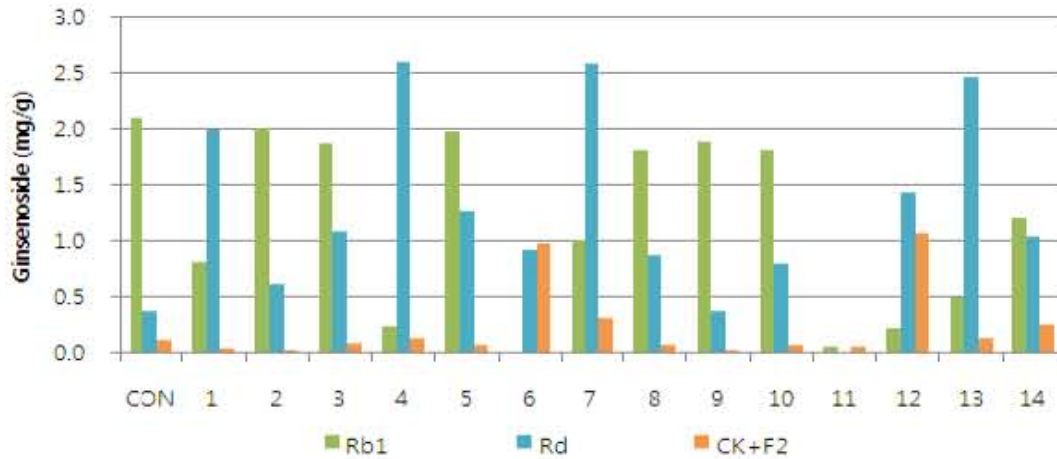


Figure 39. Test for enzyme selection : 48hr, Comparison of Rb1, Rd, CK, F2 contents

② 효소 전환 조건 설정

⊕ 진세노사이드 효소 전환을 위한 효소 선정

효소 반응 결과 주요 conversion 경로는 Rb1 → Rd → F2 → CK 의 순이었으며, 효소들 중 6번 Cytolase PCL5과 12번 Sumyzyme AC가 Target 물질인 CK + F2의 전환율이 높게 나타났다. 두 효소간의 비교를 해보면 유의적인 차이가 없었으며 추후 이 두 효소를 중심으로 효소 전환을 진행하였다.

⊕ 진세노사이드 효소 전환을 위한 효소 농도 최적화 실험

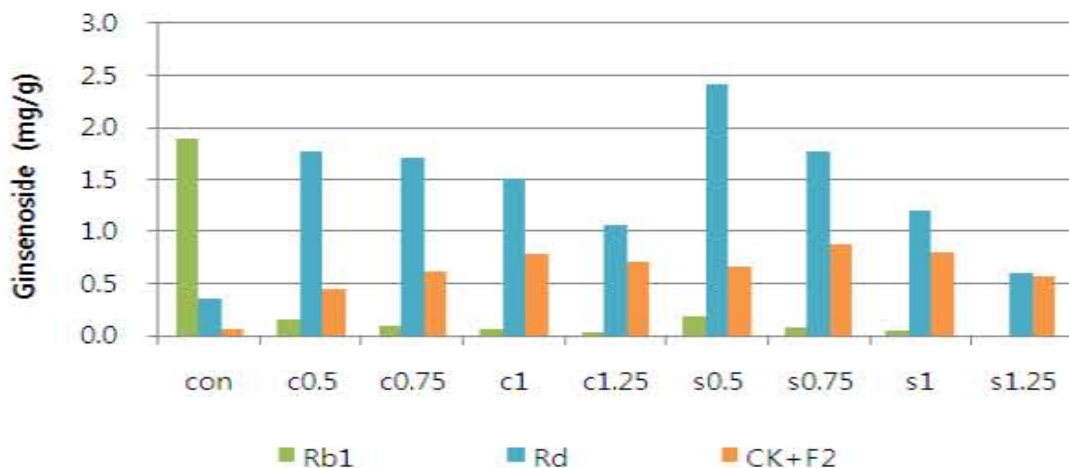


Figure 40. Comparison of Rb1, Rd, CK+F2 contents per amount of enzyme (48hr)
C(Cytolase PCL5), S(Sumyzyme AC) 0.5, 0.75, 1.0, 1.25%

Fig. 40에서 보는 바와 같이 Cytolase는 0.5-0.75%에서 전환율이 우수했으며, Sumzyme AC 역시 0.5, 0.75%에서 우수하게 나타났다. 효소 간에는 Sumzyme AC 가 Cytolase 보다 효소 활성이 우수한 것으로 나타났다.

㉔ 진세노사이드 효소 전환 반응시간 최적화 실험

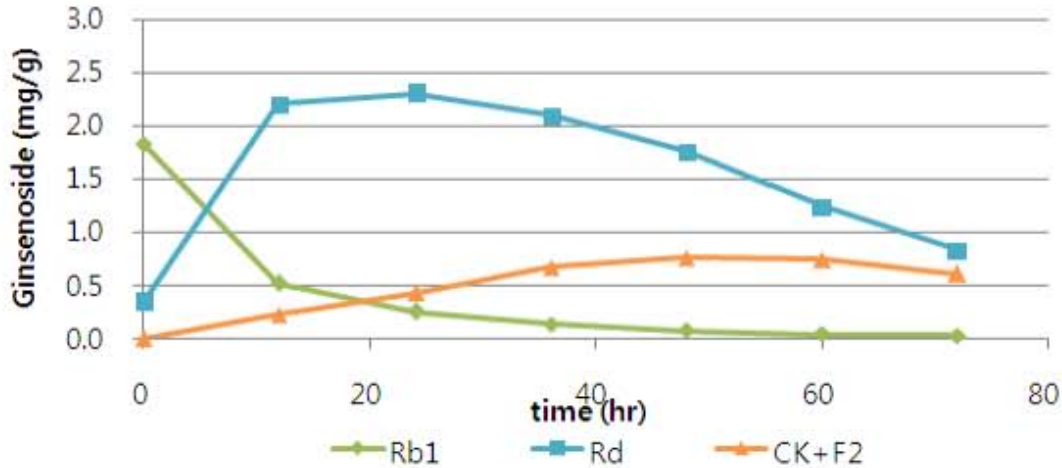


Figure 41. Test for optimization of enzyme conversion time

효소 전환을 위한 반응시간을 모니터링한 결과, 대략 48시간 에 포화되는 경향을 보였다. 효소 전환 시간을 48시간 넘게 했을 경우는 오히려 생성물의 억제 효과로 인해 효소 전환 효율이 떨어지는 것으로 나타났다.

㉕ 효소 시너지 효과 규명

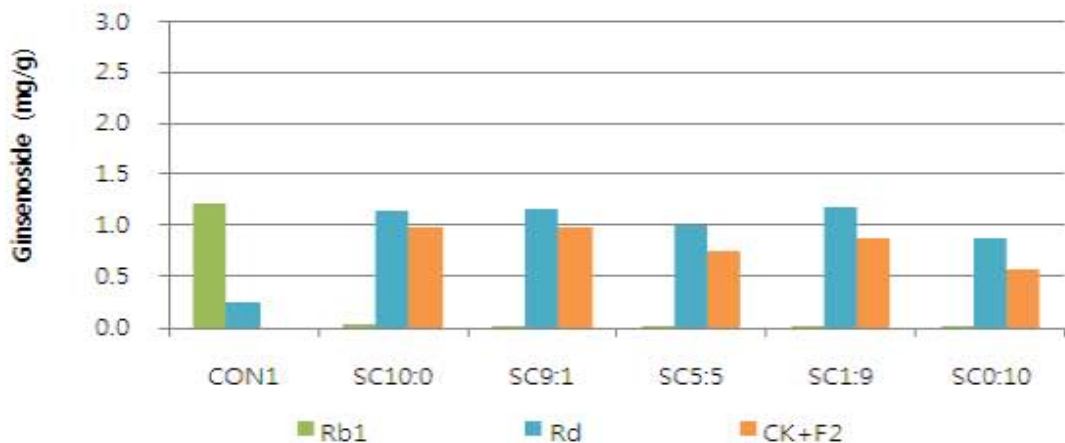


Figure 42. Test for verification of synergy effects caused by enzyme mixing

상기의 결과에서 단일효소 보다는 2종의 효소를 혼합한 군에서 F2, CK의 전환율이 약간 높게 나타났다. 이결과를 바탕으로 효소는 Cytolase와 Sumzyme 효소를 혼합하여 사용하기로 결정

하였다. 효소 전환에 대한 조건을 종합해보면 효소는 Cytolase와 Sumzyme 효소를 혼합하여 사용하고, 온도는 55℃, pH는 구연산으로 4.0으로 조절하는 것이 좋았다. 효소 반응을 위한 기질의 농도는 10brix가 적절했으며 효소 농도는 0.75%에서 48hr 반응하는 것이 우수하게 나타났다. 효소 불활성화는 90℃에서 10분간 실시하는 것으로 설정하였다.

㉔ 산에 의한 분해 조건 설정을 위한 실험

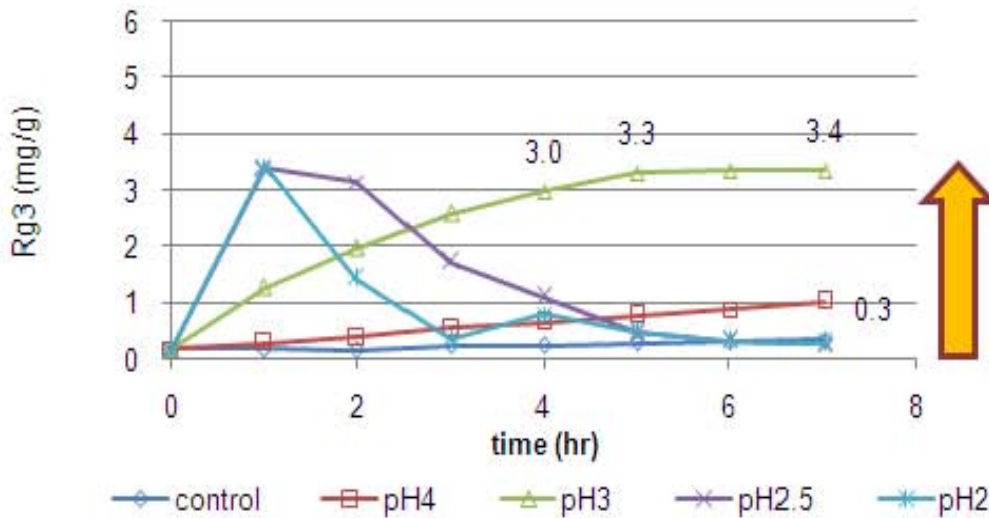


Figure 43. Test for optimization of pH condition and conversion time

유기산 전환은 효소 전환과는 다르게 Rd로 농축된 후 Rg3로만 전환되는 경로를 거치기 때문에 효소 전환보다 반응속도가 빠르고 부산물이 거의 생성되지 않는 장점이 있다. 그러나 Rg3 이외의 유효물질로는 전환되지 않기 때문에 Rg3에 국한된 생산이 아닌 경우는 유기산 전환 공정과 효소 전환 공정을 모두 거쳐야 효율적이고 balance 있게 원하는 진세노사이드를 얻을 수 있다. 실험 결과 상기 Fig. 23와 같이 나타났는데, pH조건 3.0에서 반응을 5시간동안 시켰을 때 Rg3 함량이 최대치가 됨을 확인할 수 있었다. 그러므로 유기산 전환의 최적 조건을 pH 3.0, 5 시간으로 설정하였다.

㉕ 정제 조건 설정을 위한 실험 결과

정제를 한 후 정제 전과 후의 용삼 에탄올 추출액, 유기산 전환액(1, 2차) 및 효소 전환액(1차)의 특징은 하기 표 38, 39 과 같다.

Table 38. Comparison of properties of ginseng extracts and acid modified ginseng concentrate consequential purification treatment

항 목	에탄올 추출액			유기산 전환액(1차)			유기산 전환액(2차)		
	정제 전	정제 후	회수율 (%)	정제 전	정제 후	회수율 (%)	정제 전	정제 후	회수율 (%)
농도(Brix)	10.0	2.9	-	15.0	3.0	-	10.2	1.7	-

Total Ginsenoside (mg/g)	9.2	9.7	105.1	13.1	11.3	85.8	9.2	6.1	66.5
Rb1+Rg1 (mg/g)	3.1	3.2	104.8	0.3	0.3	111.2	0.5	0.6	108.3
Rg3+Rh1+Rg2 (mg/g)	0.6	0.6	108.9	3.1	3.1	97.9	2.4	1.9	79.4
Rg3 (mg/g)	0.1	0.1	109.7	2.0	2.2	108.0	1.6	1.0	64.1
Rg5+Rk1 (mg/g)	0.6	0.6	105.1	8.7	6.8	77.5	5.1	2.4	47.1

Table 39. Comparison of properties of enzymatic modified ginseng concentrate consequential purification treatment

항 목	효소 전환액(1차)		
	정제 전	정제 후	회수율(%)
농도(Brix)	10.0	3.0	-
Total Ginsenoside (mg/g)	12.6	12.2	96.8
Rb1+Rg1 (mg/g)	1.4	1.4	100
Rh1+Rg2 (mg/g)	1.3	1.2	92.3
Rg3 (mg/g)	0.2	0.2	100
CK+F2 (mg/g)	0.9	0.8	88.8

홍삼 에탄올 추출액의 경우 비(非)진세노사이드 성분, 특히 당, 을 제거하고 목적하는 사포닌 을 100% 회수할 수 있었다. 하지만 유기산 전환액의 경우 샘플 loading 단계 및 세척 단계에 서 진세노사이드가 검출되어 약간의 회수율이 떨어졌다. 반면 효소 전환액의 경우 회수율이 96.8%로 정제 단계의 회수율이 높아 정제 공정의 set-up이 잘 되었음을 확인할 수 있었다. 상 기의 결과를 통해 HP-20 resin을 이용한 정제 공정을 완료하였다.

(라) 홍삼이 효소 전환 및 유기산 전환액의 Pilot scale 생산 공정 최적화 결과 상기 실험 방법을 통해 타겟물질인 Rg3가 생성된 정도(고분자 진세노사이드가 Rg3로 전환된 정도)를 lab-scale 결과와 비교한 그래프는 하기 Fig. 44 와 같다.

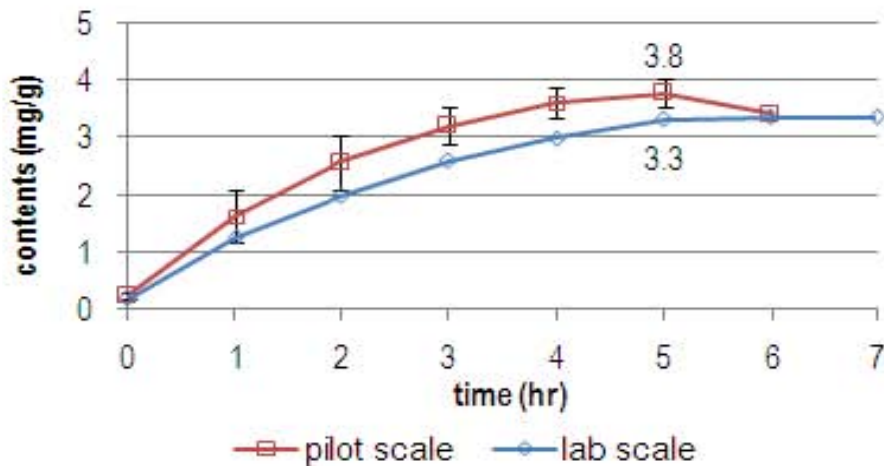


Figure 44. Rg3 contents in acid modified ginseng concentrate (pilot scale vs lab scale)

pilot scale 실험 시 Rg3로의 전환에 대한 재현성이 확인되었으며, lab scale 결과와 비교 시 Rg3 전환 속도 및 효율이 증가하였는데 이는 working volume이 증가하면서 열효율이 증가하여 반응의 효율성이 높아졌기 때문인 것으로 사료된다. 다만 plant scale에서는 큰 용량에 대비하여 효율적으로 열전달이 될 수 있는 시스템인 스팀 자켓(Steam jacket)이 갖추어진 설비를 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

(2) 라이코펜 미세캡슐 분말 제조 및 특징

(가) 라이코펜 미세캡슐 분말 제조

① Oil in water (O/W) 유화액 제조

동원에서 제공받은 토마토 추출물을 MCT에 1:9 비율로 500 rpm 으로 3 시간 교반하여 Whatman No. 4 필터지를 사용하여 여과하여 중심물질을 사용하였다. 중심물질에 HLB값이 14.9인 유화제 Tween 60을 1% 첨가하고 피복물질인 30% MD를 중심물질과 1:9의 비율로 혼합하여 homogenizer (WiseMix™ HG15A, Daihan Scientific, Seoul, Korea)를 이용하여 10,000 rpm에서 3 분간 균질하여 유화액을 제조하였다.

② 분무건조를 이용한 유화액의 미세캡슐 분말 제조

최적 조건으로 제조한 유화액을 spray dryer (Eyela spray dryer SD-1000, Eyela, Tokyo, Japan)에 투입하여 캡슐 분말화 하였다. 분무건조기의 조건은 in temperature 170℃, out temperature 85℃, 투입량은 400mL/hr 로 설정하였다.

(나) 라이코펜 미세캡슐 분말의 물리화학적 특성

① 입자 크기

라이코펜 미세캡슐 분말의 입자 크기 측정 결과는 Figure 1 과 같다. Particle analyzer를 이용하여 분석한 라이코펜 미세캡슐 분말은 약 1-10 μm 크기로 분포되어 있었다. SEM으로 확인한 결과 구형의 모양을 가지고 있었으며 평균직경이 약 1-10 μm 로 particle analyzer를 이용한 결과와 같은 경향을 보였다.

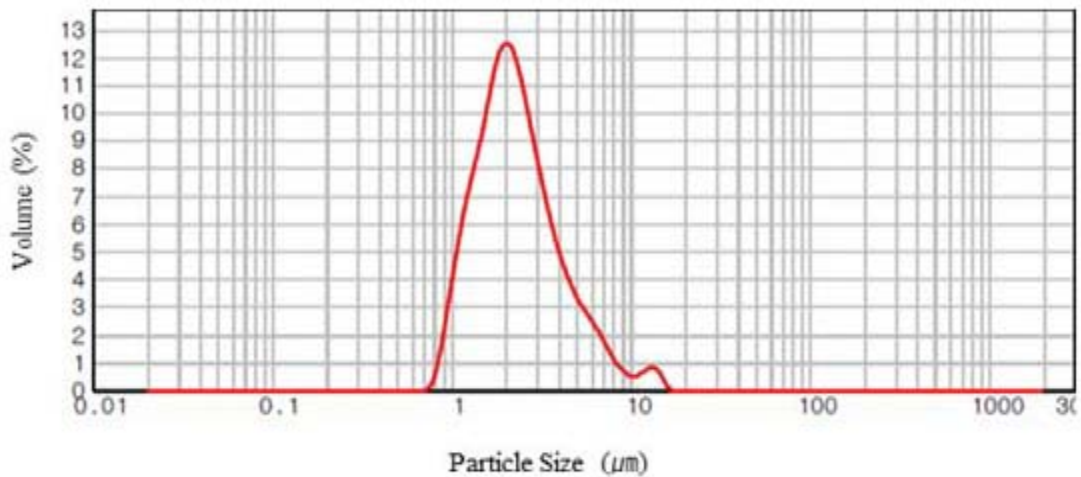


Figure 45. Particle size distribution of spray-dried microcapsules for tomato extracts

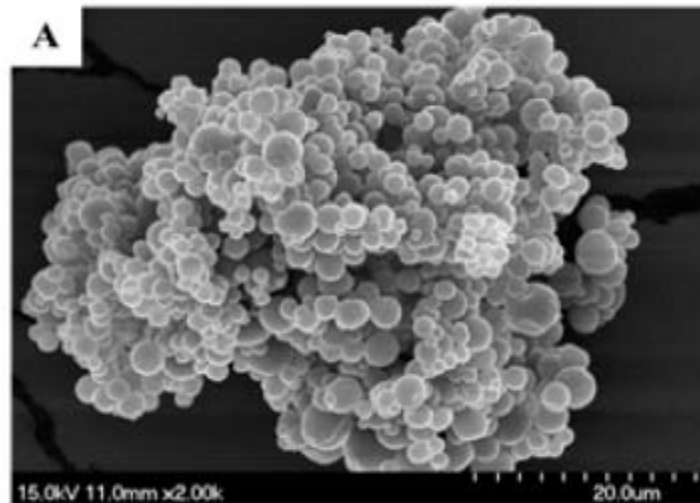


Figure 46. Scanning electron microscope image of spray-dried microcapsules for tomato extracts

나. 기능성 강화 경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 홍삼 분해물 분말 첨가 Asiago cheese의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) pH 측정

일반홍삼분말(PRGAC)과 나노홍삼분말(NRGAC)을 첨가한 아시아고 치즈의 숙성중 pH 변화는 0주부터 24주까지 처리구별 큰 유의적 차이 없이 숙성기간 경과에 따라 미세한 산 생성력으로 4주차까지는 pH가 낮아지는 결과를 보이다가 이후에는 점차적으로 증가하는 결과를 보였으며, PRGAC 0.5%첨가구에서 pH 5.37 ~ pH 5.65범위로 가장 큰 폭의 pH 증가를 나타내었다. 이는 PRGAC 0.5%첨가구 치즈 숙성 중 다소간의 알칼리화 분해물의 생성으로 나타난 것이며 치즈 숙성의 정상적인 경과를 보인 것으로 사료되었다.

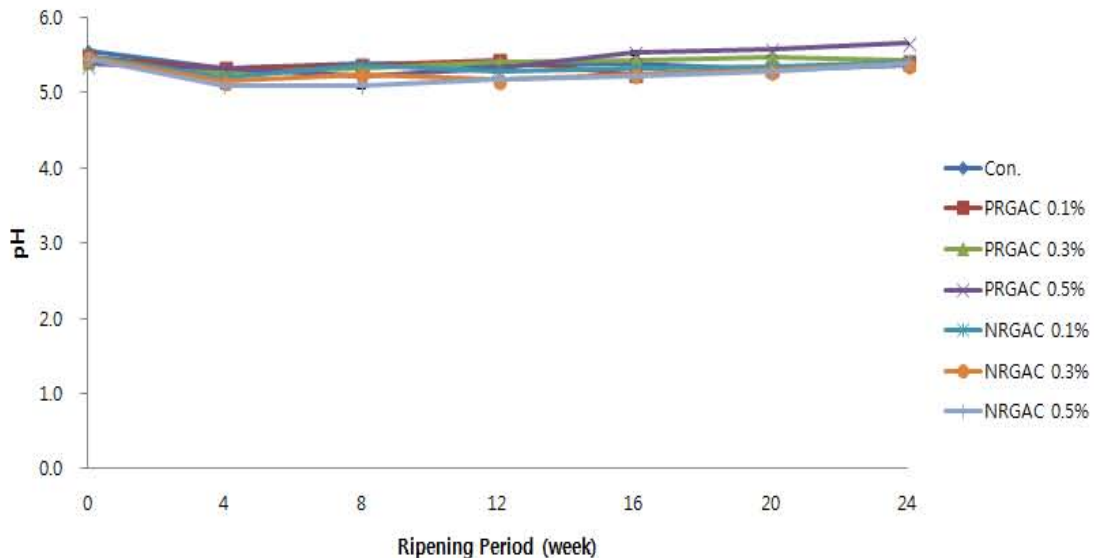


Fig. 47. Change of pH during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

에탄올 추출 홍삼분말(RGEAC)과 효소 추출 홍삼분말(RGHAC) 첨가가 아시아고치즈의 숙성 중 pH 변화에 미치는 영향을 검토하고자 아시아고치즈 제조 공정중 유청을 제거한 키드에 RGEAC와 RGHAC를 첨가한 후 아시아고치즈를 제조하여 0주부터 24주까지 숙성중 모든 처리구별 pH를 검사하였다. 처리구별 유의적 차이 없이 숙성기간 경과에 따라 미약한 산 생성력으로 24주차까지 pH가 낮아지는 결과를 보였지만 일반적인 경질치즈의 숙성 pH범위인 pH 5.5 ~ 5.01 대를 벗어나지 않는 수준이었다.

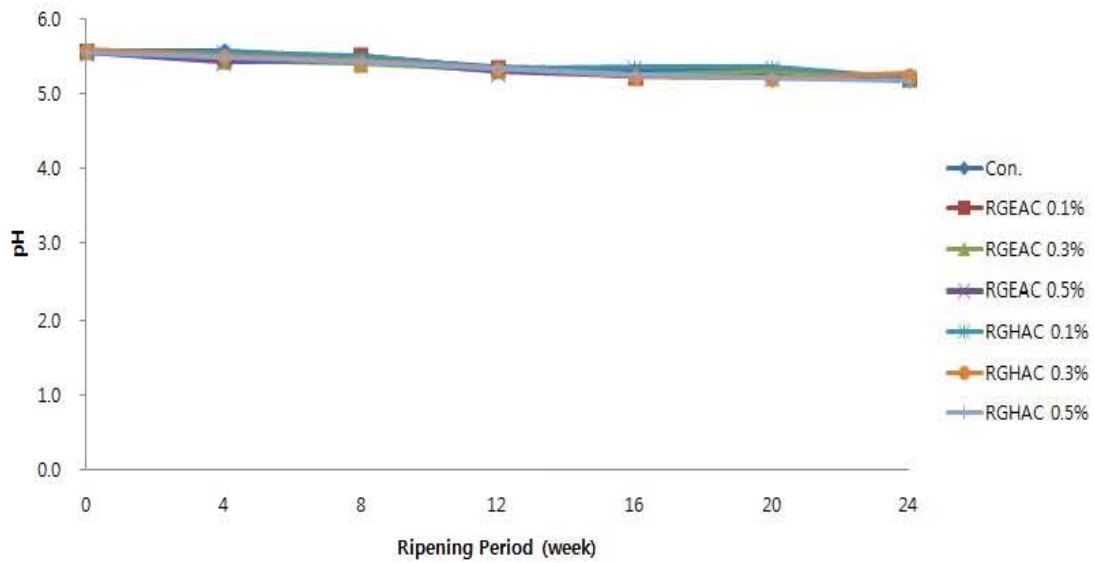


Fig. 48. Change of pH during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

(나) 유산균 수

Table 40. Lactic acid bacteria count in nanopowdered red ginseng-supplemented Asiago cheese for 4 months. (CFU/mL)

Concentration of sample (% w/w)	Ripening period (months)				
	0 ¹⁾	1	2	3	4
Control ²⁾	$3.17 \pm 0.02 \times 10^{9aB3)}$	$7.91 \pm 0.41 \times 10^{8bB}$	$1.65 \pm 0.29 \times 10^{8cC}$	$6.95 \pm 0.72 \times 10^{7dB}$	$1.95 \pm 0.12 \times 10^{7eB}$
0.1 PRGAC ³⁾	$2.90 \pm 0.13 \times 10^{9aB}$	$7.90 \pm 0.37 \times 10^{8bB}$	$1.59 \pm 0.03 \times 10^{8cBC}$	$7.09 \pm 0.52 \times 10^{7dB}$	$1.99 \pm 0.13 \times 10^{7eB}$
0.3 PRGAC	$3.05 \pm 0.20 \times 10^{9aAB}$	$8.05 \pm 0.35 \times 10^{8bAB}$	$1.71 \pm 0.26 \times 10^{8cB}$	$7.31 \pm 0.22 \times 10^{7dAB}$	$2.01 \pm 0.00 \times 10^{7eAB}$
0.5 PRGAC	$2.90 \pm 0.09 \times 10^{9aB}$	$8.00 \pm 0.15 \times 10^{8bAB}$	$1.85 \pm 0.44 \times 10^{8cAB}$	$7.35 \pm 0.41 \times 10^{7dAB}$	$2.21 \pm 0.65 \times 10^{7eA}$
0.1 NRGAC ⁴⁾	$3.12 \pm 0.08 \times 10^{9aAB}$	$7.87 \pm 0.10 \times 10^{8bB}$	$1.92 \pm 0.34 \times 10^{8cAB}$	$6.89 \pm 0.26 \times 10^{7dB}$	$1.99 \pm 0.11 \times 10^{7eB}$
0.3 NRGAC	$3.25 \pm 0.01 \times 10^{9aA}$	$1.01 \pm 0.32 \times 10^{9bA}$	$2.01 \pm 0.10 \times 10^{8cA}$	$7.91 \pm 0.63 \times 10^{7dA}$	$2.41 \pm 0.50 \times 10^{7eA}$
0.5 NRGAC	$3.50 \pm 0.31 \times 10^{9aA}$	$1.06 \pm 0.19 \times 10^{9bA}$	$2.15 \pm 0.30 \times 10^{8cA}$	$8.11 \pm 0.54 \times 10^{7dA}$	$2.95 \pm 0.33 \times 10^{7eA}$

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ PRGAC: Powdered red ginseng-added Asiago cheese

⁴⁾ NRGAC: Nanopowdered red ginseng-added Asiago cheese

⁵⁾ Values are mean \pm SD (n=3) Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Asiago cheese (Control) 와 홍삼 일반분말 및 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese를 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 유산균 수를 측정한다

결과는 Table 40 과 같다. Control은 초기에는 3.17×10^8 CFU/mL 숙성 16주차에는 1.95×10^7 CFU/mL으로 유의적으로 감소 하였고($P < 0.05$), 홍삼 일반분말 첨가 및 홍삼 나노분말 첨가 Asiago cheese 군에서는 함량이 늘어남에 따라 유의적 차이는 보이지 않았다($P < 0.05$). 숙성기간 중 유산균수의 변화는 숙성 4주차와 12주차의 유산균 수는 증가하였지만 숙성 마지막 주인 16주차에는 초기보다 감소하였다($P < 0.05$).

홍삼 에탄올 추출분말과 홍삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese의 유산균 수를 측정된 결과는 Table 41 과 같다. Control은 초기에는 3.15×10^8 CFU/mL 숙성 16주차에는 1.95×10^7 CFU/mL으로 유의적으로 감소 하였고($P < 0.05$), 홍삼 에탄올 추출분말 과 홍삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese군에서는 함량이 늘어남에 따라 유산균 수 측정에서 유의적으로 차이는 보이지 않았지만 ($P < 0.05$), 숙성기간 중 유산균수의 변화에서 숙성 4주차와 12주차의 유산균수는 증가하였다. 이는 홍삼에 들어있는 영양성분들에 의해 유산균의 활동이 촉진된 것으로 사료되어지며, 숙성 마지막 주인 16주차에는 초기보다 감소하였다. 에탄올 추출분말 0.1, 0.3, 0.5% 첨가 Asiago cheese의 유산균 수는 1.99×10^7 , 1.91×10^7 , 1.95×10^7 CFU/mL이었고, 홍삼가수분해물을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가 Asiago cheese의 유산균 수는 1.99×10^7 , 1.91×10^7 , 1.95×10^7 CFU/mL으로 유의적 차이는 없었다($P < 0.05$).

Table 41. Lactic acid bacteria count in red ginseng hydrozate-supplemented Asiago cheese for 4 months. (CFU/mL)

Concentration of sample (% w/w)	Ripening period (months)				
	0 ¹⁾	1	2	3	4
Control ²⁾	$3.15 \pm 0.56 \times 10^{9aA}$	$7.91 \pm 0.11 \times 10^{8bA}$	$1.45 \pm 0.02 \times 10^{8cAB}$	$6.90 \pm 0.13 \times 10^{7dA}$	$1.95 \pm 0.63 \times 10^{7eA}$
0.1 RGEAC ³⁾	$2.90 \pm 0.26 \times 10^{9aAB}$	$7.89 \pm 0.25 \times 10^{8bAB}$	$1.59 \pm 0.17 \times 10^{8cA}$	$6.93 \pm 0.51 \times 10^{7dA}$	$1.99 \pm 0.52 \times 10^{7eA}$
0.3 RGEAC	$2.85 \pm 0.91 \times 10^{9aBC}$	$7.90 \pm 0.37 \times 10^{8bAB}$	$1.31 \pm 0.21 \times 10^{8cB}$	$6.81 \pm 0.45 \times 10^{7dA}$	$1.91 \pm 0.24 \times 10^{7eB}$
0.5 RGEAC	$2.93 \pm 0.12 \times 10^{9aAB}$	$8.05 \pm 0.22 \times 10^{8bA}$	$1.45 \pm 0.35 \times 10^{8cAB}$	$6.95 \pm 0.7 \times 10^{7dA}$	$1.95 \pm 0.28 \times 10^{7eAB}$
0.1 RGHAC ⁴⁾	$2.91 \pm 0.33 \times 10^{9aAB}$	$7.95 \pm 0.74 \times 10^{8bA}$	$1.49 \pm 0.27 \times 10^{8cA}$	$6.79 \pm 0.31 \times 10^{7dAB}$	$1.99 \pm 0.73 \times 10^{7eA}$
0.3 RGHAC	$2.95 \pm 0.37 \times 10^{9aAB}$	$7.91 \pm 0.10 \times 10^{8bA}$	$1.51 \pm 0.46 \times 10^{8cA}$	$6.96 \pm 0.54 \times 10^{7dAB}$	$1.91 \pm 0.30 \times 10^{7eB}$
0.5 RGHAC	$2.90 \pm 0.71 \times 10^{9aAB}$	$7.75 \pm 0.61 \times 10^{8bB}$	$1.55 \pm 0.44 \times 10^{8cA}$	$6.45 \pm 0.18 \times 10^{7dB}$	$1.95 \pm 0.09 \times 10^{7eA}$

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ RGEAC: Red ginseng extract-added Asiago cheese

⁴⁾ RGHAC: Red ginseng hydrolyzate-added Asiago cheese

⁵⁾ Values are mean \pm SD (n=10) Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

(다) 숙성중 수용성질소화합물 측정

일반홍삼분말(PRGAC)과 나노홍삼분말(NRGAC)을 첨가한 아시아고 치즈의 숙성중 WSN의 변화는 Fig. 49에서와 같이 나타났다. Barlow (1989)는 치즈의 숙성 중 WSN함량이 높을수록 높은 숙성도를 나타낸다고 하였는데 본 실험에서도 숙성기간 경과에 따라 모든 실험구에서 WSN값이 증가하여 숙성도의 완숙성을 나타내었다. 숙성 8주차 이후에는 NRGAC 0.3%와 0.5%처리구가 대조구와 PRGAC첨가구보다 높은 단백질 분해도를 나타내어 나노화한 홍삼분말이 아시아고치즈의 숙성도에 긍정적인 영향을 미쳤다.

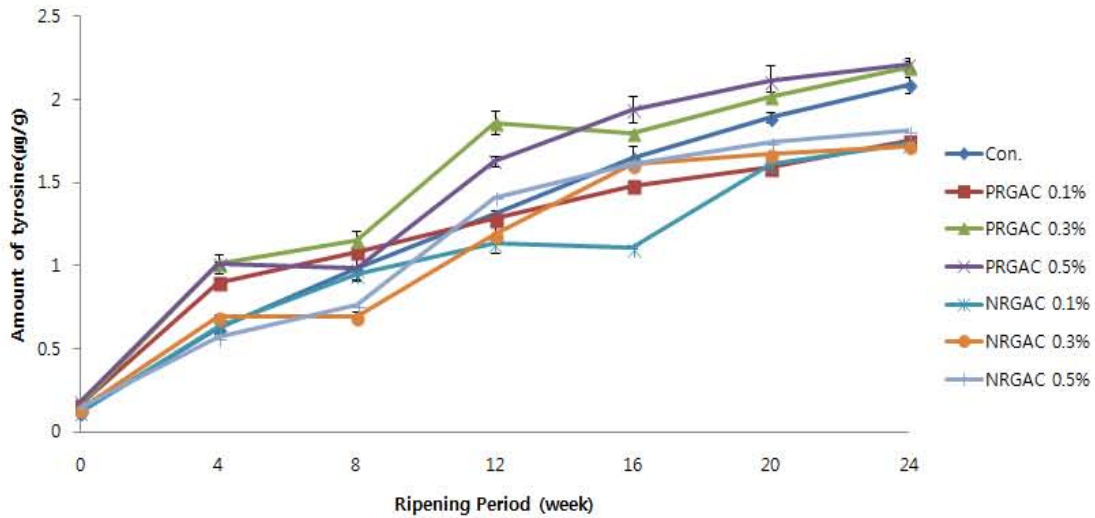


Fig. 49. Change of WSN during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

홍삼분말(에탄올&효소) 첨가 아시아고치즈의 숙성중 WSN의 변화는 Fig. 50에서와 같이 나타났다. 숙성기간이 경과될수록 모든 실험구에서 WSN값이 증가함을 알 수 있었다. 숙성 4주차에는 RGEAC 0.3%와 RGHAC 0.1% 실험구에서 가장 높은 단백질 분해도를 보였으며, 숙성 20주와 24주에서는 각각 RGHAC 0.3%, RGHAC 0.5% 실험구에서 유의적으로 높은 단백질 분해도를 나타내었다.

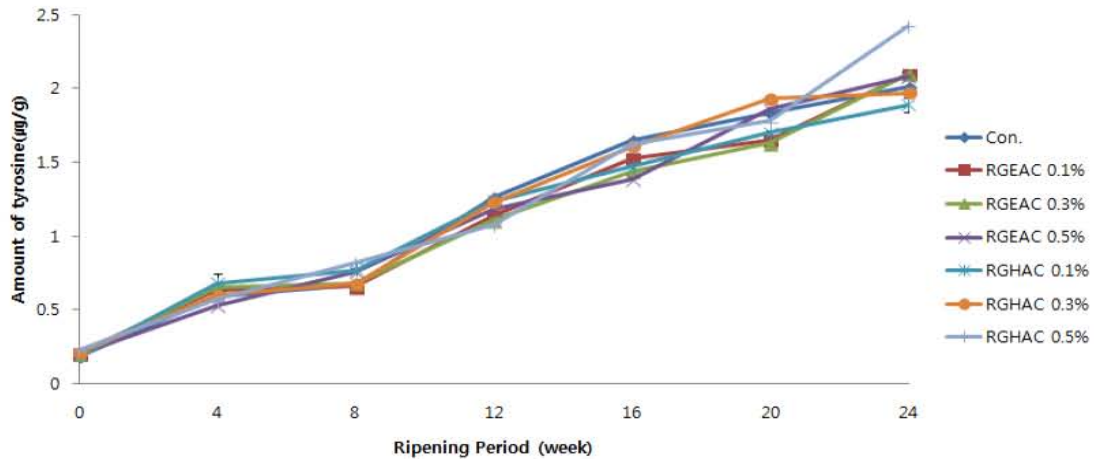


Fig. 50. Change of WSN during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

(라) 숙성중 Total Phenolic acid 측정

일반홍삼분말(PRGAC)과 나노홍삼분말(NRGAC)을 첨가한 아시아고 치즈의 숙성중 TP 함량 변화는 숙성이 경과될수록 모든 실험구의 TP값은 증가하였으며, 숙성 12주 이후에는 NRGAC 실험구가 대조구와 PRGAC 실험구보다 TP함량이 더 높게 나타내어 일반분말보다는 나노화한 홍삼분말이 아시아고치즈의 기능성이 뛰어난 것을 알 수 있었다. Andersen(1991)은 *Penicillium* spp.을 이용한 치즈에서 높은 TP함량을 나타낸다고 하였으며, Roquefort cheese의 경우는 약 300mg/kg의 높은 함량을 나타낸다고 하였다 (E. Apostolidis, 2006).

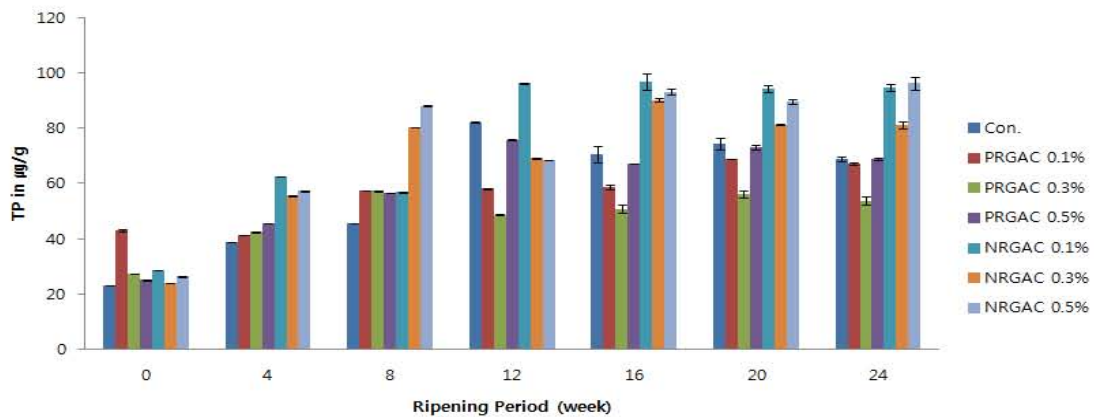


Fig. 51. Change of TP during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

홍삼분말(에탄올&효소) 첨가 아시아고치즈의 숙성중 Total phenolics acid (TP) 함량의 변화는 숙성 12주차까지는 점차적으로 감소하다가 숙성 16주부터 20주차까지는 증가함을 알 수 있었다. 숙성 16주차에는 대조구와 RGEAC 실험구보다 RGHAC 실험구에서 높은 TP값을 보였다. 20주차에는 실험구간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 상대적으로 홍삼분말을 첨가한 실험구에서 대조구보다 높은 TP함량을 보였다.

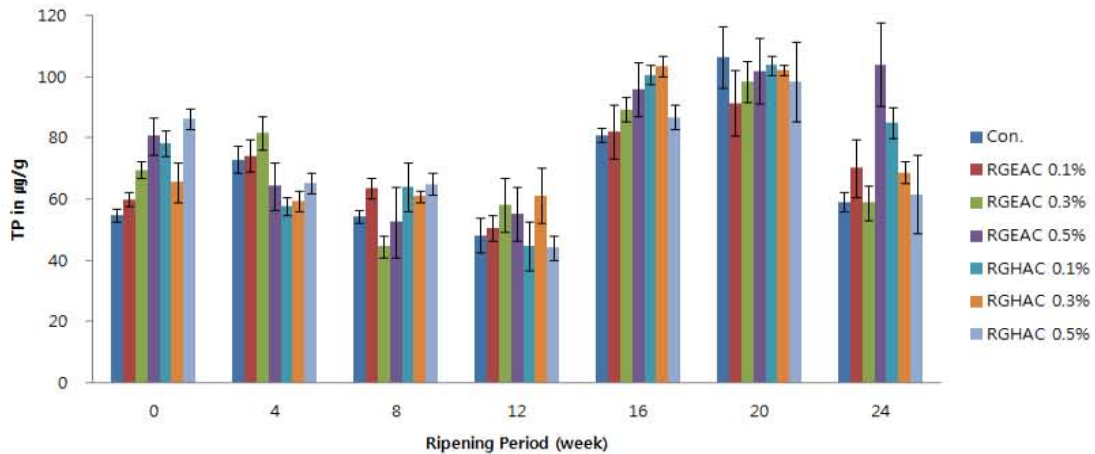


Fig. 52. Change of TP during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

(마) 숙성중 DPPH 라디칼 소거능 측정

일반홍삼분말(PRGAC)과 나노홍삼분말(NRGAC)을 첨가한 아시아고 치즈의 숙성중 항산화활성 변화는 TP함량과 마찬가지로 숙성이 경과될수록 DPPH radical 소거능이 증가하였으며, NRGAC 실험구가 대조구와 PRGAC 실험구보다 DPPH radical 소거능이 더 높게 나타내었다. Choi 등(2010)은 홍삼 추출물이 연두부의 항산화 특성을 연구한 결과 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 경우에는 DPPH radical 소거능이 대조군에 비하여 높은 소거능을 나타낸다고 하였으며, 또한 홍삼 추출물의 첨가 농도가 많을수록 소거능이 증가하는 것으로 나타나 본 결과와 시료 및 처리공정의 차이는 있지만 유사한 결과를 나타냈다.

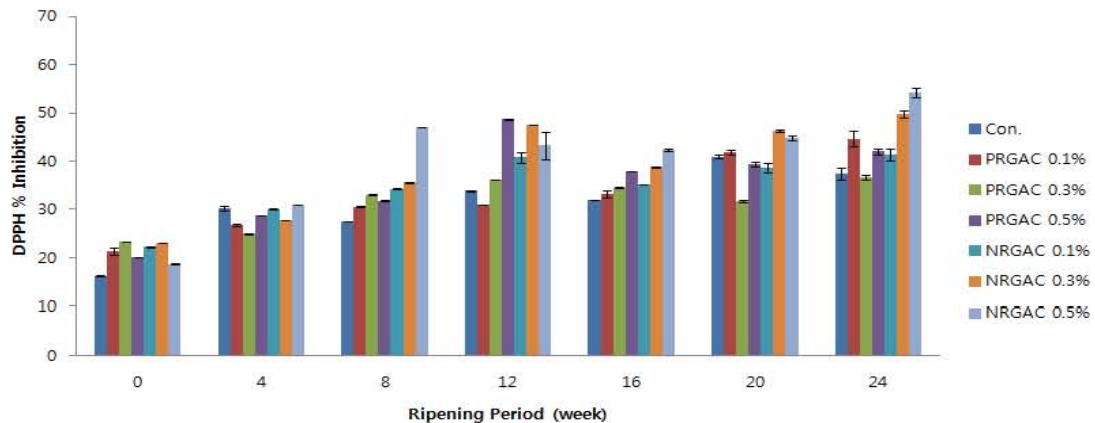


Fig. 53. Change of antioxidant activity by DPPH radical scavenging during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

홍삼분말(에탄올&효소) 첨가 아시아고치즈의 숙성중 항산화활성의 변화는 TP함량과 마찬가지로 숙성이 경과될수록 DPPH radical 소거능이 증가하였으며, 20주차에 대조구에서 58.8%로 가장 높은 항산화활성을 보였다. 20주차를 제외한 숙성기간별 첨가량이 많을수록 높은 항산화활성을 보였다.

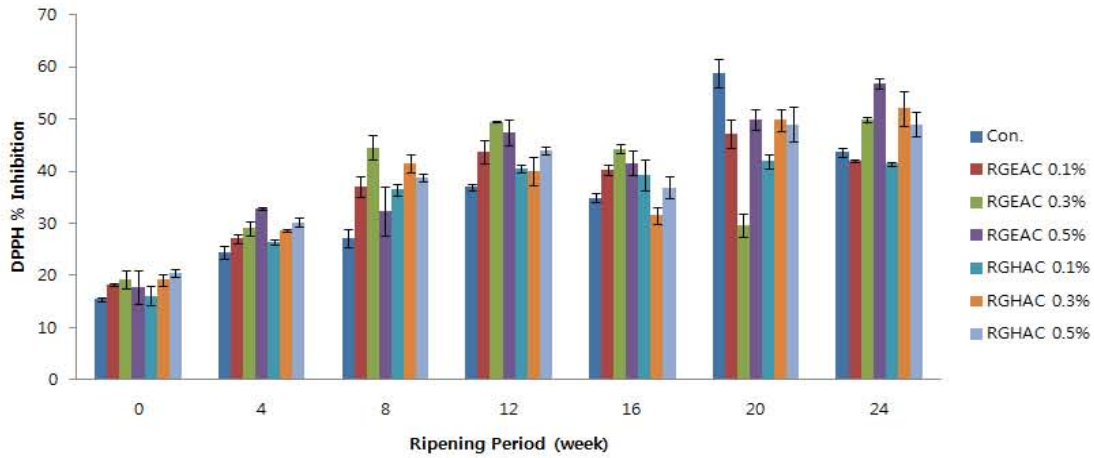


Fig. 54. Change of antioxidant activity by DPPH radical scavenging during the ripening of Asiago cheese supplemented with red Ginseng powder.

(바) 일반성분 분석

홍삼 일반분말 첨가 및 홍삼 나노분말을 첨가한 Asiago cheese의 일반성분 함량을 측정된 결과는 Table 42 와 같다. 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5%첨가한 Asiago cheese의 수분함량은 각각 37.98, 38.31, 39.88%이었으며, 홍삼 일반분말을 0.1, 0.3, 0.5%첨가한 Asiago cheese의 수분함량은 36.56, 39.05, 39.70%로 수분함량이 35.87%인 Control 보다 유의 적으로 높게 측정 되었다($P < 0.05$). 또한 분말의 함량이 증가할수록 수분함량이 높은 것을 관찰할 수 있었다. 수분함량의 증가는 홍삼 나노분말의 입자가 작아지면서 표면적이 증가하여 수분 흡수 능력이 향상되었을 것으로 판단된다. 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5%첨가한 Asiago cheese의 지방함량은 30.73, 29.37, 29.87%으로 Control의 지방함량보다 낮았으며, 단백질 함량은 20.64, 20.55, 19.91% 으로 Control의 단백질 함량보다 낮았다. 회분 함량은 10.68, 11.09, 11.38%로 Control의 회분 함량 보다 낮았다.

Table 42. Proximate analysis in nanopowdered red ginseng Asiago cheese

Concentration of sample (% w/w)	Moisture	Fat	Protein	Ash
Control ¹⁾	35.87±0.17 ^a	31.37±0.07 ^a	20.56±0.19 ^a	10.21±0.28 ^b
0.1 PRGAC ²⁾	36.56±0.27 ^{cd}	30.35±0.13 ^{ab}	20.71±0.01 ^a	10.18±0.11 ^c
0.3 PRGAC	39.05±0.98 ^{ab}	30.42±0.42 ^{ab}	20.47±0.56 ^a	11.26±0.29 ^{ab}
0.5 PRGAC	39.70±0.63 ^a	30.09±0.60 ^b	18.72±0.41 ^b	11.77±0.10 ^a
0.1 NRGAC ³⁾	37.98±0.87 ^{bc}	30.73±0.22 ^a	20.64±0.31 ^a	10.68±0.21 ^b
0.3 NRGAC	38.31±0.79 ^{ab}	29.37±0.11 ^b	20.55±0.23 ^a	11.09±0.17 ^{ab}
0.5 NRGAC	39.88±0.13 ^a	29.87±0.33 ^b	19.91±0.41 ^{ab}	11.38±0.06 ^a

¹⁾ Control: Asiago cheese

²⁾ PRGAC: powdered red ginseng-added Asiago cheese

³⁾ NRGAC: nanopowdered red ginseng-added Asiago cheese

⁴⁾ Data values were expressed as mean ± SD (n=3). Values within the same column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

홍삼 에탄올 추출분말과 홍삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese의 일반성분 함량을 측정된 결과는 Table 43 과 같다. 홍삼가수분해물을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese의 수분함량은 각각 35.26, 35.66, 36.14%이었으며, 홍삼 에탄올 추출 분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese의 수분함량은 각각 35.54, 36.05, 36.64%로 Control의 수분함량보다 유의적으로 높게 측정 되었다($P<0.05$). 홍삼 가수분해물을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese의 지방함량은 33.10, 32.78, 32.55%, 홍삼 에탄올 추출 분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese의 지방함량은 33.40, 33.30, 32.97%으로 Control과 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$). 홍삼 가수분해물을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese의 단백질 함량은 21.11, 20.04, 19.88% 회분 함량은 10.78, 10.49, 11.18%로 Control과 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$).

Table 43. Proximate analysis in red ginseng hydrolyzate-supplemented Asiago cheese

Concentration of sample (% w/w)	Moisture	Fat	Protein	Ash
Control ¹⁾	34.35±0.27 ⁴⁾	33.54±0.27 ^a	21.53±0.19 ^a	10.88±0.12 ^b
0.1 RGEAC ²⁾	35.54±0.31 ^{bc}	33.40±0.26 ^a	21.34±0.34 ^a	10.11±0.25 ^b
0.3 RGEAC	36.05±0.67 ^{ab}	33.30±0.87 ^a	20.00±0.16 ^{ab}	10.26±0.30 ^{ab}
0.5 RGEAC	36.64±0.10 ^a	32.97±0.14 ^b	19.79±0.50 ^b	10.77±0.14 ^{ab}
0.1 RGHAC ³⁾	35.26±0.34 ^c	33.10±0.51 ^{ab}	21.11±0.11 ^a	10.78±0.18 ^{ab}
0.3 RGHAC	35.66±0.15 ^{bc}	32.78±0.64 ^b	20.04±0.40 ^{ab}	10.49±0.24 ^{ab}
0.5 RGHAC	36.14±0.62 ^{ab}	32.55±0.11 ^b	19.88±0.08 ^b	11.18±0.42 ^a

¹⁾ Control: Asiago cheese

²⁾ RGEAC: red ginseng extract-added Asiago cheese

³⁾ RGHAC: red ginseng hydrolyzate-added Asiago cheese

⁴⁾ Data values were expressed as mean ± SD (n=3). Values within the same column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

(사) 색도

Asiago cheese (Control) 와 홍삼 일반분말 및 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese를 14℃에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정된 결과는 Table 44 와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 Control 보다 홍삼 일반분말 및 나노분말 첨가군이 높았으나, 함량별로 유의적 증가는 나타나지 않았다($P<0.05$). 숙성이 진행될수록 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 Control 보다 홍삼 일반분말 및 나노분말 첨가군이 낮았으며, 0.1% 첨가한 Asiago cheese의 a값이 0.3, 0.5% 첨가 한 Asiago cheese 보다 유의 적으로 높았다. 또한 숙성이 진행 될수록 증가하는 경향을 관찰 할 수 있었다. 황색도를 나타내는 b값의 경우 Control

과 숙성 초기에 차이는 없었지만 숙성이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 ($P<0.05$). 이는 홍삼분말 자체의 색이 Control 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되나, 치즈의 품질에는 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 44. Changes in color of nanopowdered red ginseng-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Color value	Concentration of sample (% wt/wt)	Ripening period (month)				
		0 ¹⁾	1	2	3	4
L (lightness)	Control ²⁾	83.31±0.71 ^{2D}	78.03±0.71 ^{2D}	72.72±1.31 ^{2C}	71.42±0.75 ^{2E}	70.51±0.54 ^{2E}
	0.1 PRGAC ³⁾	83.61±0.52 ^{2D}	79.86±1.05 ^{2C}	74.77±0.99 ^{2B}	73.62±0.74 ^{2C}	71.58±0.75 ^{2D}
	0.3 PRGAC	85.51±0.27 ^{2A}	80.80±0.38 ^{2B}	76.57±0.54 ^{2A}	75.26±0.44 ^{2B}	74.12±0.54 ^{2B}
	0.5 PRGAC	85.48±0.56 ^{2A}	81.62±0.63 ^{2A}	76.99±0.39 ^{2A}	76.26±0.66 ^{2A}	75.13±0.63 ^{2A}
	0.1 NRGAC ⁴⁾	84.12±0.37 ^{2C}	79.84±0.61 ^{2C}	73.21±0.68 ^{2C}	72.75±0.34 ^{2D}	71.98±0.44 ^{2D}
	0.3 NRGAC	84.66±0.23 ^{2B}	80.49±0.37 ^{2B}	75.02±0.49 ^{2B}	73.27±0.26 ^{2CD}	71.70±0.45 ^{2D}
	0.5 NRGAC	84.91±0.41 ^{2B}	80.84±0.58 ^{2B}	75.43±0.37 ^{2B}	72.86±0.61 ^{2D}	72.96±0.39 ^{2C}
a [*] (redness)	Control	3.61±0.23 ^{2A}	3.46±0.14 ^{2A}	7.95±0.43 ^{2A}	8.05±0.14 ^{2A}	8.13±0.13 ^{2B}
	0.1 PRGAC	3.57±0.24 ^{2A}	3.54±0.24 ^{2A}	7.78±0.14 ^{2A}	8.05±0.08 ^{2A}	8.32±0.19 ^{2A}
	0.3 PRGAC	2.95±0.18 ^{2B}	2.82±0.06 ^{2B}	7.11±0.14 ^{2C}	7.69±0.09 ^{2C}	7.71±0.14 ^{2D}
	0.5 PRGAC	2.46±0.32 ^{2C}	2.73±0.12 ^{2B}	6.86±0.32 ^{2D}	7.10±0.14 ^{2E}	7.22±0.19 ^{2E}
	0.1 NRGAC	3.51±0.14 ^{2A}	3.39±0.14 ^{2A}	7.17±0.13 ^{2C}	7.81±0.14 ^{2B}	8.13±0.11 ^{2B}
	0.3 NRGAC	2.91±0.16 ^{2B}	2.58±0.12 ^{2C}	7.46±0.08 ^{2B}	7.56±0.16 ^{2D}	7.97±0.13 ^{2C}
	0.5 NRGAC	2.57±0.12 ^{2C}	1.85±0.26 ^{2D}	6.57±0.09 ^{2E}	6.42±0.09 ^{2E}	7.25±0.17 ^{2E}
b (yellowness)	Control	14.75±0.58 ^{2A}	13.80±0.76 ^{2B}	15.21±0.75 ^{2E}	17.51±1.09 ^{2B}	17.40±0.75 ^{2C}
	0.1 PRGAC	14.40±0.84 ^{2A}	13.87±1.21 ^{2B}	17.32±0.17 ^{2BC}	18.09±0.32 ^{2AB}	17.40±0.75 ^{2C}
	0.3 PRGAC	14.39±0.21 ^{2A}	14.43±0.27 ^{2A}	17.46±1.01 ^{2AB}	18.20±0.34 ^{2A}	18.55±0.17 ^{2A}
	0.5 PRGAC	14.51±0.42 ^{2A}	14.67±0.43 ^{2A}	17.58±0.42 ^{2AB}	18.07±0.34 ^{2AB}	18.67±0.26 ^{2A}
	0.1 NRGAC	13.82±0.65 ^{2BC}	13.49±0.33 ^{2B}	16.73±0.42 ^{2D}	18.01±0.63 ^{2AB}	17.34±0.31 ^{2C}
	0.3 NRGAC	14.32±0.76 ^{2AB}	13.72±0.39 ^{2B}	17.90±0.34 ^{2A}	17.87±0.32 ^{2AB}	18.03±0.44 ^{2B}
	0.5 NRGAC	13.64±0.32 ^{2C}	13.35±0.32 ^{2B}	16.87±0.53 ^{2CD}	17.66±0.94 ^{2AB}	18.32±0.42 ^{2AB}

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ PRGAC: Powdered red ginseng-added Asiago cheese

⁴⁾ NRGAC: Nanopowdered red ginseng-added Asiago cheese

⁵⁾ Values are mean ± SD (n=10) Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

홍삼 에탄올 추출분말과 홍삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese의 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정 한 결과는 Table 45 와 같다. L값의 경우 Control이 에탄올 추출과 가수분해물 보다 높은 수치를 보였지만 유의적 차이는 없었고($P<0.05$), 숙성이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 관찰 할 수 있었다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 함량이 증가함에 따라 차이는 없었지만 Control보다는 값이 낮았다. 숙성이 진행됨에 따라서는 증가하는 경향을 보였고, 황색도를 나타 내는 b값의 경우 Control보다 홍삼 에탄올 추출분말과 가수분해물을 첨가한 Asiago cheese 에 서 높은 값을 보였으며, 숙성이 진행 됨에 따라 유의적으로 증가 하였다($P<0.05$).

Table 45. Changes in color of red ginseng hydrolyzate-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Color value	Concentration of sample (% w/w)	Ripening period (month)				
		0 ¹⁾	1	2	3	4
L (lightness)	Control ²⁾	80.57±0.6 ^{aA}	79.84±0.67 ^{bA}	77.14±0.73 ^{cA}	75.84±0.31 ^{dA}	75.15±0.37 ^{eA}
	0.1 RGEAC ³⁾	80.63±0.67 ^{aA}	79.14±0.47 ^{bB}	77.42±0.76 ^{cA}	76.16±0.37 ^{dA}	75.45±0.29 ^{eA}
	0.3 RGEAC	79.70±0.23 ^{aB}	76.57±0.94 ^{bD}	76.01±0.76 ^{cB}	74.49±0.32 ^{dC}	74.31±0.35 ^{dB}
	0.5 RGEAC	78.53±0.28 ^{aD}	73.71±0.66 ^{bE}	74.20±0.72 ^{cD}	73.65±0.34 ^{dD}	71.95±0.52 ^{dD}
	0.1 RGHAC ⁴⁾	80.67±0.28 ^{aA-2)}	78.02±1.17 ^{bC}	77.22±0.69 ^{cA}	76.15±0.66 ^{dA}	75.29±0.21 ^{eA}
	0.3 RGHAC	79.24±0.14 ^{aC}	76.10±0.32 ^{bD}	75.24±0.6 ^{cC}	75.00±0.46 ^{cB}	73.31±0.35 ^{dC}
	0.5 RGHAC	77.70±0.52 ^{aE}	73.35±0.32 ^{bE}	73.98±0.41 ^{cD}	72.68±0.5 ^{dE}	71.57±0.43 ^{eE}
a- (redness)	Control	3.79±0.18 ^{aA}	3.78±0.18 ^{aA}	3.86±0.17 ^{aA}	7.93±0.16 ^{bA}	8.35±0.1 ^{aA}
	0.1 RGEAC	3.35±0.23 ^{dB}	3.30±0.09 ^{dB}	3.89±0.14 ^{cB}	7.93±0.2 ^{bA}	8.13±0.12 ^{aB}
	0.3 RGEAC	2.34±0.21 ^{dD}	2.84±0.2 ^{dD}	3.14±0.22 ^{cD}	7.07±0.27 ^{bC}	7.38±0.11 ^{dD}
	0.5 RGEAC	2.05±0.16 ^{dE}	2.45±0.11 ^{dE}	2.67±0.17 ^{dE}	6.86±0.32 ^{dD}	6.90±0.2 ^{dE}
	0.1 RGHAC	3.15±0.18 ^{bB}	3.36±0.19 ^{bB}	3.40±0.12 ^{bC}	7.77±0.12 ^{aA}	7.84±0.11 ^{aC}
	0.3 RGHAC	2.68±0.24 ^{dC}	3.03±0.27 ^{cC}	3.22±0.08 ^{bD}	7.33±0.1 ^{dD}	7.43±0.13 ^{dD}
	0.5 RGHAC	2.44±0.32 ^{dD}	2.68±0.17 ^{dD}	2.58±0.16 ^{dE}	6.73±0.13 ^{bB}	7.01±0.31 ^{dE}
b (yellowness)	Control	10.35±0.88 ^{dE}	11.38±0.19 ^{cD}	11.64±0.38 ^{cD}	14.85±0.47 ^{bD}	15.56±0.16 ^{bD}
	0.1 RGEAC	11.46±0.26 ^{cD}	11.81±0.31 ^{cC}	12.36±0.22 ^{cC}	15.77±0.52 ^{bC}	16.33±0.23 ^{aC}
	0.3 RGEAC	12.87±1.28 ^{bB}	13.10±0.52 ^{bB}	13.42±0.37 ^{bB}	17.36±0.19 ^{aB}	17.62±0.42 ^{aB}
	0.5 RGEAC	14.27±0.41 ^{aA}	14.54±0.25 ^{aA}	14.95±0.51 ^{aA}	17.99±0.44 ^{aA}	19.02±0.74 ^{aA}
	0.1 RGHAC	11.21±0.26 ^{dD}	11.79±0.35 ^{dC}	12.25±0.08 ^{cC}	15.60±0.47 ^{bC}	16.25±0.27 ^{aC}
	0.3 RGHAC	11.91±0.34 ^{dC}	13.24±0.37 ^{bB}	13.41±0.57 ^{bB}	17.08±0.46 ^{aB}	17.48±0.15 ^{aB}
	0.5 RGHAC	13.74±0.38 ^{aA}	14.23±0.69 ^{aA}	14.83±0.3 ^{aA}	17.86±0.32 ^{aA}	18.18±0.54 ^{aAB}

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ RGEAC: Red ginseng extract-added Asiago cheese

⁴⁾ RGHAC: Red ginseng hydrolyzate-added Asiago cheese

⁵⁾ Values are mean ± SD (n=10) Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

(아) 물성 검사

Asiago cheese (Control) 와 홍삼 일반분말 및 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese를 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 물성을 측정된 결과는 Table 46 과 같다. 치즈의 부드러운 정도를 나타내는 hardness의 경우 숙성이 진행됨에 따라 모든 군에서 증가 하였고, 함량이 높아짐에 따라도 증가 하였다. 입자들간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 모든 군에서 숙성이 진행됨에 따라 감소하였고, 함량에 따라서는 유의적 차이를 보이지 않았다($P < 0.05$). 점착성을 나타내는 gumminess의 경우에는 숙성이 진행됨에 따라 증가하였고, 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 숙성이 진행됨에 따라 약간 증가하는 경향을 보였지만, 유의적 차이는 보이지 않았다($P < 0.05$). 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 숙성함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P < 0.05$).

Table 46. Texture properties of nanopowdered red ginseng-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Texture description	Concentration of sample (% w/w)	Ripening period (month)				
		0 ¹⁾	1	2	3	4
Hardness (N)	Control ²⁾	8.52±0.79 ^{c5)}	10.60±1.02 ^{cd5)}	11.49±1.42 ^{cC}	13.17±0.43 ^{bd}	15.05±0.83 ^{ad}
	0.1 PRGAC ³⁾	9.75±0.53 ^{cd5)}	10.84±0.52 ^{ca5)}	12.14±0.65 ^{bc5)}	13.58±1.31 ^{bd}	19.50±0.71 ^{ac}
	0.3 PRGAC	9.83±1.13 ^{db5)}	11.07±0.93 ^{cd4)}	13.74±1.19 ^{bc}	16.97±0.67 ^{bc}	23.45±0.69 ^{ab}
	0.5 PRGAC	10.87±0.95 ^{da}	11.41±0.83 ^{da}	18.11±0.40 ^{ca}	21.14±1.85 ^{ba}	28.19±1.16 ^{aa}
	0.1 NRGAC ⁴⁾	8.60±0.24 ^{deC}	9.62±0.88 ^{dC}	11.49±0.70 ^{cC}	13.04±1.16 ^{bd}	15.85±1.46 ^{ad}
	0.3 NRGAC	9.46±0.38 ^{cB}	9.94±0.28 ^{bc}	13.70±1.86 ^{bc}	15.90±0.69 ^{bc}	22.17±0.60 ^{ab}
	0.5 NRGAC	10.15±0.91 ^{caB}	11.04±0.27 ^{ca}	14.17±1.07 ^{cB}	18.68±1.32 ^{bb}	24.37±0.70 ^{ab}
Cohesiveness	Control	0.79±0.01 ^{aA}	0.73±0.04 ^{bA}	0.68±0.01 ^{caB}	0.66±0.02 ^{dA}	0.68±0.02 ^{cA}
	0.1 PRGAC	0.74±0.03 ^{aC}	0.70±0.01 ^{bB}	0.65±0.03 ^{cC}	0.64±0.03 ^{caB}	0.64±0.01 ^{cB}
	0.3 PRGAC	0.74±0.02 ^{aC}	0.69±0.01 ^{bBC}	0.69±0.02 ^{bA}	0.63±0.03 ^{cB}	0.62±0.01 ^{cBC}
	0.5 PRGAC	0.71±0.04 ^{aD}	0.68±0.02 ^{bBC}	0.62±0.03 ^{dD}	0.60±0.01 ^{dC}	0.51±0.03 ^{cC}
	0.1 NRGAC	0.77±0.01 ^{aB}	0.71±0.01 ^{bB}	0.69±0.00 ^{bcA}	0.66±0.02 ^{cA}	0.65±0.01 ^{cB}
	0.3 NRGAC	0.73±0.01 ^{aCD}	0.70±0.03 ^{bB}	0.68±0.01 ^{caB}	0.64±0.04 ^{daB}	0.63±0.02 ^{dB}
	0.5 NRGAC	0.72±0.02 ^{aCD}	0.69±0.01 ^{bBC}	0.64±0.01 ^{cC}	0.63±0.02 ^{cB}	0.53±0.04 ^{dD}
Gumminess (N)	Control	7.58±0.93 ^{bc}	7.58±0.73 ^{caB}	8.99±0.22 ^{bb}	8.99±0.69 ^{bc}	10.27±0.48 ^{ad}
	0.1 PRGAC	8.53±0.43 ^{ca}	8.1±1.13 ^{ca}	9.10±0.37 ^{ca}	10.53±0.68 ^{bb}	15.26±0.70 ^{aa}
	0.3 PRGAC	7.89±0.75 ^{db}	8.00±0.39 ^{da}	9.49±0.77 ^{ca}	11.17±1.19 ^{ab}	15.08±0.68 ^{aa}
	0.5 PRGAC	8.55±0.44 ^{ca}	8.10±0.93 ^{ca}	9.10±0.25 ^{ca}	10.53±0.96 ^{bb}	15.26±1.16 ^{aa}
	0.1 NRGAC	7.95±0.66 ^{bb}	6.61±0.61 ^{cC}	5.91±0.52 ^{dD}	7.71±0.45 ^{bd}	11.21±0.76 ^{ac}
	0.3 NRGAC	6.38±0.14 ^{dD}	6.84±0.21 ^{dC}	7.74±0.56 ^{cC}	8.69±1.10 ^{bc}	12.53±0.51 ^{ab}
	0.5 NRGAC	6.8±0.35 ^{dCC}	7.46±0.02 ^{daB}	9.06±0.64 ^{caB}	12.12±1.12 ^{ba}	13.79±0.61 ^{ab}
Springiness	Control	0.77±0.11 ^{bc}	0.88±0.11 ^{aba}	0.79±0.10 ^{bb}	0.93±0.07 ^{aA}	0.77±0.13 ^{bc}
	0.1 PRGAC	0.80±0.01 ^{abb}	0.80±0.09 ^{abb}	0.78±0.10 ^{abb}	0.86±0.08 ^{abc}	0.72±0.02 ^{bd}
	0.3 PRGAC	0.83±0.07 ^{ba}	0.87±0.12 ^{aba}	0.84±0.14 ^{aba}	0.96±0.02 ^{aA}	0.71±0.01 ^{cd}
	0.5 PRGAC	0.80±0.02 ^{abb}	0.86±0.10 ^{aba}	0.78±0.02 ^{abb}	0.86±0.10 ^{ab}	0.80±0.12 ^{bb}
	0.1 NRGAC	0.80±0.08 ^{bb}	0.76±0.00 ^{bc}	0.74±0.01 ^{bc}	0.90±0.08 ^{ab}	0.82±0.09 ^{abb}
	0.3 NRGAC	0.77±0.02 ^{bc}	0.75±0.01 ^{bc}	0.73±0.02 ^{bc}	0.88±0.08 ^{ab}	0.90±0.04 ^{aA}
	0.5 NRGAC	0.81±0.08 ^{caAD}	0.84±0.12 ^{caAD}	0.73±0.58 ^{bc}	0.81±0.04 ^{caC}	0.80±0.02 ^{caD}
Chewiness	Control	5.83±0.64 ^{cC}	6.55±0.64 ^{cB}	7.12±1.00 ^{bcB}	8.34±0.97 ^{abCD}	9.68±1.75 ^{aC}
	0.1 PRGAC	6.81±0.32 ^{ca}	6.50±1.24 ^{cC}	7.13±0.49 ^{cB}	9.07±0.52 ^{bc}	10.98±0.32 ^{aA}
	0.3 PRGAC	6.53±0.97 ^{caB}	6.96±0.69 ^{ba}	7.91±0.79 ^{ba}	10.77±1.30 ^{aA}	10.70±0.62 ^{ab}
	0.5 PRGAC	6.81±0.40 ^{ca}	6.50±1.62 ^{cC}	7.13±0.23 ^{cB}	9.07±1.70 ^{bc}	10.98±2.34 ^{aA}
	0.1 NRGAC	6.37±0.67 ^{bb}	4.99±0.48 ^{eE}	4.36±0.37 ^{eE}	6.92±0.97 ^{be}	8.37±0.74 ^{ad}
	0.3 NRGAC	4.95±0.07 ^{dD}	5.12±0.16 ^{cdD}	5.66±0.50 ^{dD}	7.69±0.48 ^{bd}	10.02±0.82 ^{ab}
	0.5 NRGAC	5.48±0.44 ^{dC}	6.24±0.80 ^{dCD}	6.67±0.58 ^{cBC}	9.78±0.84 ^{bb}	11.10±0.67 ^{aA}

1) 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

2) Control: Asiago cheese

3) PRGAC: Powdered red ginseng-added Asiago cheese

4) NRGAC: Nanopowdered red ginseng-added Asiago cheese

5) Data values were expressed as mean ± SD (n=5). Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

용삼 에탄올 추출분말과 용삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese의 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 물성을 측정된 결과는 Table 47 과 같다. 치즈의 부드러운 정도를 나타내는 hardness의 경우 숙성이 진행됨에 따라 모든 군에서 증가 하였고, 함량에 대한 차이는 보이지 않았으나, Control 보다 값이 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 입자들간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 모

든 군에서 숙성이 진행됨에 따라 감소 하였고, 함량에 따라서는 Control 보다 값이 유의적으로 낮았다 ($P<0.05$). 점착성을 나타내는 gumminess의 경우에는 숙성이 진행됨에 따라 증가하였고, 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 숙성이 진행됨에 따라 약간 증가하는 경향을 보였지만, 유의적 차이는 보이지 않았다 ($P<0.05$). 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 숙성함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

Table 47. Texture properties of red ginseng hydrolyzate-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Texture description	Concentration of sample (% w/w)	Ripening period (month)				
		0 ¹⁾	1	2	3	4
Hardness (N)	Control ²⁾	9.90±0.79 ^{c4A}	10.31±0.78 ^{c4A}	10.29±1.52 ^{c4A}	12.13±1.08 ^{ba}	15.19±1.06 ^{aA}
	0.1 RGEAC ³⁾	7.94±0.83 ^{dB}	7.94±0.83 ^{dCD}	9.82±0.55 ^{cAB}	10.81±0.77 ^{bB}	13.09±0.48 ^{aB}
	0.3 RGEAC	7.23±0.43 ^{cBC}	8.78±0.84 ^{bB}	8.91±0.55 ^{bD}	11.39±0.96 ^{abAB}	12.62±0.56 ^{aBC}
	0.5 RGEAC	8.02±0.53 ^{cdB}	8.01±0.50 ^{cd}	9.06±0.62 ^{cC}	10.76±0.34 ^{bB}	12.70±1.00 ^{aB}
	0.1 RGHAC ⁴⁾	7.00±1.64 ^{dC}	8.26±0.31 ^{cC}	9.38±1.31 ^{bcC}	10.90±0.74 ^{bB}	15.46±2.24 ^{aA}
	0.3 RGHAC	6.38±0.39 ^{dD}	7.77±0.64 ^{dD}	10.09±0.54 ^{ba}	10.85±0.66 ^{bB}	13.09±0.55 ^{aB}
	0.5 RGHAC	7.24±0.46 ^{dBC}	8.74±0.58 ^{cB}	9.92±0.80 ^{baB}	9.87±0.42 ^{bC}	10.87±0.74 ^{aC}
Cohesiveness	Control	0.77±0.01 ^{aA}	0.72±0.01 ^{bB}	0.69±0.02 ^{cD}	0.71±0.02 ^{baB}	0.67±0.02 ^{dC}
	0.1 RGEAC	0.70±0.03 ^{aC}	0.70±0.03 ^{aBC}	0.71±0.02 ^{aC}	0.71±0.01 ^{aB}	0.68±0.01 ^{bB}
	0.3 RGEAC	0.71±0.00 ^{bB}	0.73±0.02 ^{aB}	0.73±0.01 ^{aB}	0.69±0.02 ^{cC}	0.71±0.00 ^{ba}
	0.5 RGEAC	0.77±0.01 ^{aA}	0.71±0.01 ^{bB}	0.70±0.01 ^{bcCD}	0.72±0.02 ^{ba}	0.69±0.02 ^{cAB}
	0.1 RGHAC	0.72±0.01 ^{bB}	0.76±0.02 ^{aA}	0.71±0.00 ^{bc}	0.71±0.01 ^{baB}	0.68±0.01 ^{cB}
	0.3 RGHAC	0.70±0.02 ^{bcC}	0.72±0.01 ^{bB}	0.76±0.03 ^{aA}	0.70±0.01 ^{bcB}	0.68±0.01 ^{cB}
	0.5 RGHAC	0.72±0.01 ^{bB}	0.69±0.03 ^{cC}	0.76±0.04 ^{aA}	0.70±0.01 ^{cB}	0.68±0.02 ^{dB}
Gumminess (N)	Control	7.64±0.66 ^{aA}	7.39±0.56 ^{aA}	7.07±0.87 ^{bB}	8.61±0.93 ^{ba}	10.43±1.45 ^{aA}
	0.1 RGEAC	5.58±0.38 ^{dC}	5.58±0.38 ^{dC}	6.94±0.26 ^{bcB}	7.70±0.51 ^{bB}	8.85±0.46 ^{aB}
	0.3 RGEAC	5.14±0.29 ^{dCD}	6.48±0.51 ^{cB}	6.48±0.44 ^{cC}	7.85±0.78 ^{bB}	8.97±0.39 ^{aB}
	0.5 RGEAC	6.18±0.36 ^{cB}	5.73±0.38 ^{dC}	6.38±0.41 ^{cC}	7.77±0.36 ^{bB}	8.81±0.56 ^{aB}
	0.1 RGHAC	5.02±1.17 ^{dCD}	6.27±0.29 ^{cB}	6.64±0.95 ^{bcD}	6.96±0.33 ^{bD}	7.44±0.43 ^{aC}
	0.3 RGHAC	4.45±0.28 ^{dD}	5.60±0.48 ^{cC}	7.62±0.13 ^{ba}	7.57±0.46 ^{bcB}	10.38±0.77 ^{aA}
	0.5 RGHAC	5.23±0.31 ^{dC}	6.03±0.46 ^{bcB}	7.58±0.73 ^{ba}	7.66±0.36 ^{bC}	8.91±0.38 ^{aB}
Springiness	Control	0.82±0.11 ^{cD}	0.88±0.03 ^{ba}	0.82±0.00 ^{cC}	0.88±0.07 ^{bB}	0.93±0.09 ^{aA}
	0.1 RGEAC	0.87±0.08 ^{bB}	0.87±0.08 ^{bB}	0.82±0.01 ^{cC}	0.90±0.04 ^{aA}	0.89±0.09 ^{abBC}
	0.3 RGEAC	0.86±0.07 ^{bB}	0.88±0.12 ^{baA}	0.89±0.06 ^{baA}	0.88±0.03 ^{abB}	0.90±0.02 ^{aB}
	0.5 RGEAC	0.90±0.13 ^{aA}	0.89±0.01 ^{aA}	0.83±0.01 ^{cC}	0.85±0.06 ^{bC}	0.89±0.08 ^{abBC}
	0.1 RGHAC	0.84±0.01 ^{cBC}	0.83±0.08 ^{cB}	0.87±0.02 ^{baB}	0.90±0.05 ^{aA}	0.88±0.08 ^{bC}
	0.3 RGHAC	0.84±0.02 ^{bcB}	0.90±0.03 ^{aA}	0.86±0.11 ^{baB}	0.91±0.07 ^{aA}	0.92±0.07 ^{aAB}
	0.5 RGHAC	0.90±0.01 ^{aA}	0.86±0.02 ^{baB}	0.85±0.09 ^{bB}	0.82±0.02 ^{dD}	0.92±0.06 ^{aB}
Chewiness	Control	6.25±0.80 ^{d4A}	6.50±0.51 ^{c4A}	5.82±0.72 ^{d4B}	7.59±1.25 ^{ba}	9.74±1.76 ^{aA}
	0.1 RGEAC	4.82±0.37 ^{dBC}	4.82±0.37 ^{dD}	5.71±0.23 ^{cAB}	6.91±0.42 ^{bB}	7.86±1.10 ^{aB}
	0.3 RGEAC	4.44±0.48 ^{dC}	5.68±0.96 ^{cB}	5.77±0.43 ^{cAB}	7.69±0.78 ^{ba}	8.06±0.34 ^{aB}
	0.5 RGEAC	5.44±0.54 ^{cB}	5.11±0.30 ^{c4BC}	5.27±0.29 ^{cB}	6.63±0.70 ^{bcB}	7.84±1.12 ^{aB}
	0.1 RGHAC	4.22±1.05 ^{c4D}	5.21±0.57 ^{bcBC}	5.77±0.71 ^{baBB}	6.28±0.51 ^{ab}	6.58±0.91 ^{aC}
	0.3 RGHAC	3.76±0.23 ^{dD}	5.06±0.47 ^{cC}	6.54±0.96 ^{ba}	6.90±0.62 ^{bB}	9.56±0.47 ^{aA}
	0.5 RGHAC	4.71±0.27 ^{dBC}	5.10±0.44 ^{cBC}	6.41±0.32 ^{ba}	6.33±0.64 ^{bC}	8.22±0.56 ^{aB}

1) 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

2) Control: Asiago cheese

3) RGEAC: Red ginseng extract-added Asiago cheese

4) RGHAC: Red ginseng hydrolyzate-added Asiago cheese

5) Data values were expressed as mean ± SD (n=5). Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-G) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

(자) 관능 평가

Asiago cheese (Control) 와 홍삼 일반분말 및 홍삼 나노분말을 0.1, 0.3, 0.5% 첨가한 Asiago cheese를 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 7점법으로 비교한 판

능평가 결과는 Table 48 과 같다. 평가항목은 크게 외관, 향 및 맛, 조직감 으로 나타내어졌으며, 홍삼을 첨가하였을때에도 Control과 비교하였을 때 홍삼의 특유한 쓴맛과 짠맛에 의하여 Control 보다 높 관능적 점수가 낮은 것으로 관찰되었으나, 유의적 차이는 보이지 않았다 ($P<0.05$).

Table 48. Sensory evaluation of nanopowdered red ginseng-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Concentration of sample (% w/w)	Appearance		Flavor & taste			Texture		Overall acceptability
	Yellowness	Cheese eye	Butyric	Bitterness	Astringency	Ginseng	Hardness	
0 month¹⁾								
Control ²⁾	4.00±0.00 ^{a2)}	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^{bc}	4.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^a	4.57±1.51 ^a
0.1 PRGAC ³⁾	3.71±0.49 ^a	4.00±0.58 ^a	3.86±0.90 ^a	3.71±0.95 ^b	4.14±1.22 ^{bc}	2.00±0.82 ^{bc}	3.71±0.95 ^{ab}	4.57±1.27 ^a
0.3 PRGAC	3.71±0.49 ^a	4.00±0.81 ^a	4.29±1.11 ^a	4.43±0.98 ^{abc}	4.43±1.27 ^{abc}	2.86±1.60 ^b	3.71±0.49 ^{ab}	4.43±1.13 ^a
0.5 PRGAC	4.29±0.49 ^a	4.29±0.76 ^a	4.86±0.90 ^a	5.14±0.90 ^a	5.29±0.76 ^a	4.14±1.35 ^a	3.29±0.49 ^{ab}	4.00±1.29 ^a
0.1 NRGAC ⁴⁾	4.00±0.82 ^a	4.14±0.38 ^a	4.43±0.79 ^a	4.29±0.76 ^{abc}	4.14±0.69 ^{bc}	2.43±1.13 ^b	3.57±0.54 ^{ab}	4.43±0.98 ^a
0.3 NRGAC	3.71±0.95 ^a	4.14±0.69 ^a	4.00±1.16 ^a	4.43±1.27 ^{abc}	4.29±0.49 ^{bc}	2.71±1.11 ^b	3.57±0.54 ^{ab}	4.14±1.35 ^a
0.5 NRGAC	4.43±1.13 ^a	4.43±0.98 ^a	4.14±0.69 ^a	4.86±0.69 ^{ab}	5.14±1.22 ^{ab}	3.29±1.25 ^{ab}	3.14±0.69 ^b	4.14±1.22 ^a
1 month								
Control	4.00±0.00 ^{ab}	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	1.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^a	5.00±1.29 ^a
0.1 PRGAC	3.71±0.49 ^b	4.14±0.69 ^a	4.43±0.79 ^{bc}	4.71±1.11 ^{ab}	5.00±0.58 ^{ab}	1.86±0.9 ^a	4.43±0.79 ^a	4.14±1.07 ^{ab}
0.3 PRGAC	4.43±0.79 ^a	4.29±0.76 ^a	4.86±0.69 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	5.00±1.00 ^{ab}	3.57±1.40 ^a	3.43±0.98 ^{ab}	3.43±0.98 ^{bc}
0.5 PRGAC	4.43±0.54 ^a	4.43±0.79 ^a	5.29±0.76 ^a	5.00±0.82 ^a	5.43±0.98 ^a	3.7±0.95 ^a	3.43±0.79 ^{ab}	3.57±1.13 ^{bc}
0.1 NRGAC	3.86±0.38 ^{ab}	4.14±0.38 ^a	4.57±0.54 ^{abc}	4.71±0.49 ^{ab}	4.86±1.07 ^{ab}	1.86±1.22 ^{bc}	3.71±0.76 ^{ab}	4.57±0.98 ^{ab}
0.3 NRGAC	4.29±0.49 ^{ab}	4.29±0.49 ^a	4.86±0.69 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	5.00±0.58 ^{ab}	2.86±1.35 ^{ab}	3.43±1.27 ^{ab}	3.71±1.38 ^{abc}
0.5 NRGAC	4.43±0.54 ^a	4.57±0.79 ^a	5.00±0.58 ^{ab}	5.57±0.79 ^a	5.57±1.13 ^a	3.71±1.89 ^a	2.86±0.69 ^b	2.43±0.79 ^c
2 month								
Control	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^{abc}	1.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^{ab}	4.57±0.98 ^a
0.1 PRGAC	4.43±0.54 ^a	4.00±0.58 ^{ab}	3.86±0.69 ^b	3.71±0.76 ^b	3.57±0.54 ^a	1.29±0.49 ^c	3.57±0.79 ^{abc}	4.00±1.53 ^a
0.3 PRGAC	4.57±0.98 ^a	4.00±0.58 ^b	3.86±0.69 ^b	4.29±0.76 ^{ab}	4.14±0.38 ^{abc}	2.29±1.38 ^{bc}	4.00±0.82 ^{ab}	4.29±0.76 ^a
0.5 PRGAC	4.14±0.90 ^a	4.71±1.11 ^a	4.43±0.98 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	4.71±0.76 ^{ab}	3.00±1.53 ^{ab}	4.43±0.79 ^a	3.43±0.79 ^a
0.1 NRGAC	4.00±0.00 ^a	4.00±0.58 ^{ab}	4.57±0.98 ^{ab}	4.00±1.29 ^b	3.86±1.07 ^{bc}	1.86±1.46 ^{bc}	2.86±0.9 ^b	4.71±1.11 ^a
0.3 NRGAC	4.29±0.49 ^a	4.14±0.38 ^{ab}	4.86±1.57 ^{ab}	4.43±0.54 ^{ab}	4.71±1.25 ^{ab}	2.29±1.38 ^{bc}	3.29±0.49 ^{bc}	3.86±1.57 ^a
0.5 NRGAC	4.43±1.13 ^a	4.14±0.38 ^{ab}	5.29±0.95 ^a	5.00±0.82 ^a	5.00±1.16 ^a	4.14±1.46 ^a	3.71±1.11 ^{abc}	3.29±1.50 ^a
3 month								
Control	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^b	1.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^b	5.29±0.95 ^a
0.1 PRGAC	4.00±0.82 ^b	4.14±0.69 ^a	4.86±0.90 ^a	5.14±0.38 ^a	5.00±0.58 ^a	2.71±1.11 ^b	4.14±0.90 ^b	4.71±1.53 ^a
0.3 PRGAC	4.14±0.38 ^b	4.14±0.69 ^a	5.14±0.90 ^a	5.00±1.16 ^a	5.00±1.16 ^a	3.57±1.13 ^{ab}	4.29±0.95 ^{ab}	4.71±1.11 ^a
0.5 PRGAC	4.29±1.11 ^b	4.29±0.49 ^a	5.57±0.98 ^a	5.57±0.79 ^a	5.71±0.76 ^a	4.57±1.72 ^a	5.14±0.90 ^a	4.29±1.70 ^a
0.1 NRGAC	4.14±0.38 ^b	4.14±0.69 ^a	5.00±1.16 ^a	4.71±1.00 ^a	4.86±1.07 ^{ab}	2.71±1.25 ^b	4.00±0.81 ^b	4.14±1.68 ^a
0.3 NRGAC	4.57±0.98 ^{ab}	4.43±0.54 ^a	5.14±0.38 ^a	5.00±0.82 ^a	5.43±1.13 ^a	3.43±1.27 ^{ab}	3.86±0.90 ^b	3.71±1.25 ^a
0.5 NRGAC	5.14±0.38 ^a	4.43±0.54 ^a	5.57±0.54 ^a	4.86±0.38 ^a	5.29±0.49 ^a	3.29±1.38 ^{ab}	4.14±0.90 ^b	4.14±0.90 ^a
4 month								
Control	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^c	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^b	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^d	4.00±0.00 ^b	4.71±0.76 ^a
0.1 PRGAC	4.29±0.76 ^{ab}	4.14±0.69 ^{bc}	4.58±1.13 ^a	4.86±0.38 ^{ab}	4.57±1.27 ^a	3.00±1.41 ^{bc}	4.57±0.98 ^{ab}	5.00±1.11 ^{ab}
0.3 PRGAC	4.57±0.54 ^{ab}	4.58±0.79 ^{abc}	4.58±0.54 ^a	5.00±1.00 ^{ab}	4.43±1.51 ^a	3.57±1.81 ^{bc}	5.29±1.11 ^a	4.57±0.98 ^{ab}
0.5 PRGAC	4.56±1.22 ^{ab}	4.86±0.90 ^{abc}	4.29±1.11 ^a	5.29±1.38 ^a	4.71±1.60 ^a	5.14±1.07 ^a	5.14±1.07 ^a	3.57±1.40 ^b
0.1 NRGAC	4.14±0.38 ^b	4.86±0.90 ^{abc}	4.43±1.27 ^a	5.00±0.95 ^{ab}	4.58±0.79 ^a	2.43±0.98 ^c	4.57±0.54 ^{ab}	5.29±0.76 ^a
0.3 NRGAC	4.86±0.90 ^{ab}	5.00±0.82 ^{ab}	4.86±1.07 ^a	4.71±1.25 ^{ab}	4.14±1.07 ^a	3.43±0.98 ^{bc}	4.43±0.98 ^{ab}	4.14±1.57 ^{ab}
0.5 NRGAC	5.14±1.07 ^a	5.43±0.79 ^a	4.71±1.11 ^a	4.86±1.07 ^{ab}	4.57±1.13 ^a	3.86±1.07 ^b	5.00±0.82 ^{ab}	4.14±1.57 ^{ab}

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ PRGAC: Powdered red ginseng-added Asiago cheese

⁴⁾ NRGAC: Nanopowdered red ginseng added Asiago cheese

⁵⁾ Data values were expressed as mean ± SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-g) is significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test

홍삼 에탄을 추출분말과 홍삼가수분해물을 첨가한 Asiago cheese의 14°C에서 4개월간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4개월) 으로 7점법으로 비교한 관능평가 결과는 Table 49 와 같다. 홍삼 가수분해물을 0.5%첨가한 Asiago cheese 의 기호도가 낮게 평가되었으며, 이는 홍삼분말 함량이 높을수록 Asiago cheese의 짠맛을 증가시키는 것으로 사료된다. 하지만 총점에서 모든 군과의 유의적 차이는 없었다($P<0.05$).

Table 49. Sensory evaluation of red ginseng hydrolyzate-supplemented Asiago cheese ripened at 14°C for 4 months.

Concentration of sample (% w/w)	Appearance		Flavor & taste			Texture		Overall acceptability
	Yellowness	Cheese eye	Butyric	Bitterness	Astringency	Ginseng	Hardness	
0 month¹⁾								
Control ²⁾	4.00±0.00 ^{a)}	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.86±1.07 ^a
0.1 RGEAC ³⁾	4.57±0.38 ^a	4.00±0.00 ^a	4.29±0.95 ^a	3.86±0.38 ^a	4.14±1.22 ^a	1.57±0.79 ^{bc}	4.14±0.69 ^a	5.00±0.82 ^a
0.3 RGEAC	4.57±0.54 ^a	4.29±0.49 ^a	4.14±0.69 ^a	4.14±0.90 ^a	4.71±0.76 ^a	1.57±0.79 ^{bc}	4.00±0.58 ^a	4.57±1.27 ^a
0.5 RGEAC	4.57±0.79 ^a	4.14±0.38 ^a	3.71±0.49 ^a	4.14±0.90 ^a	4.29±0.76 ^a	2.71±1.11 ^a	4.00±0.58 ^a	3.86±1.07 ^a
0.1 RGHAC	4.00±0.0 ^a	4.14±0.38 ^a	3.86±0.38 ^a	3.57±0.89 ^a	4.00±0.00 ^a	1.14±0.38 ^a	4.00±0.39 ^a	4.57±0.98 ^a
0.3 RGHAC	4.14±0.38 ^a	4.14±0.38 ^a	4.29±0.49 ^a	4.00±0.58 ^a	4.14±0.69 ^a	1.57±0.54 ^{bc}	3.85±0.69 ^a	4.14±1.22 ^a
0.5 RGHAC	4.14±0.79 ^a	4.29±0.49 ^a	4.14±1.07 ^a	4.00±0.58 ^a	3.86±0.69 ^a	2.29±1.38 ^{ab}	3.85±0.00 ^a	3.71±1.25 ^a
1 month								
Control	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	5.71±1.25 ^a
0.1 RGEAC	4.14±0.38 ^a	4.00±0.58 ^a	4.43±0.98 ^a	4.29±0.76 ^a	4.00±0.82 ^a	1.71±0.49 ^{bc}	3.86±0.69 ^a	4.29±0.76 ^a
0.3 RGEAC	4.86±0.38 ^b	4.14±0.38 ^a	4.29±0.76 ^a	4.58±0.79 ^{abc}	4.43±0.98 ^a	2.86±1.35 ^{ab}	3.58±0.54 ^a	4.86±1.46 ^{ab}
0.5 RGEAC	5.57±0.54 ^a	4.42±0.79 ^a	4.43±0.54 ^a	4.71±0.76 ^a	4.43±0.79 ^a	3.86±1.35 ^a	4.00±0.82 ^a	4.29±1.60 ^b
0.1 RGHAC	4.00±0.58 ^a	4.14±0.38 ^a	4.43±0.79 ^a	4.71±1.11 ^{abc}	4.00±0.82 ^a	1.43±0.54 ^a	3.29±0.49 ^a	5.00±1.16 ^{ab}
0.3 RGHAC	5.00±0.58 ^b	4.00±0.58 ^a	4.29±0.49 ^a	5.00±0.58 ^{ab}	4.71±0.76 ^a	2.71±0.95 ^{ab}	3.29±0.49 ^a	3.86±0.69 ^b
0.5 RGHAC	5.71±0.76 ^a	4.29±0.49 ^a	4.29±0.54 ^a	5.14±0.90 ^{ab}	4.86±1.22 ^a	3.00±1.53 ^a	3.58±0.79 ^a	4.00±0.82 ^b
2 month								
Control	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	5.71±1.25 ^a
0.1 RGEAC	4.14±0.38 ^a	4.00±0.82 ^a	4.43±0.98 ^a	4.29±0.76 ^a	3.86±1.07 ^a	1.71±0.49 ^{bc}	3.86±0.69 ^a	4.29±0.76 ^a
0.3 RGEAC	4.86±0.38 ^b	4.14±0.38 ^a	4.29±0.76 ^a	4.57±0.79 ^{abc}	4.29±1.25 ^a	2.86±1.35 ^{ab}	3.86±1.07 ^{ab}	4.86±1.46 ^{ab}
0.5 RGEAC	5.57±0.54 ^a	4.57±0.98 ^a	4.43±0.54 ^a	5.29±0.76 ^a	4.43±0.79 ^a	3.86±1.35 ^a	3.43±0.79 ^{ab}	4.29±1.60 ^b
0.1 RGHAC	4.00±0.58 ^a	4.14±0.69 ^a	4.43±0.79 ^a	4.71±1.11 ^{abc}	3.86±1.07 ^a	1.43±0.54 ^a	3.29±0.49 ^a	5.00±1.16 ^a
0.3 RGHAC	5.00±0.58 ^b	4.57±0.98 ^a	4.29±0.49 ^a	5.00±0.58 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	2.71±0.95 ^{ab}	3.57±0.79 ^{ab}	4.00±0.82 ^b
0.5 RGHAC	5.71±0.76 ^a	4.86±1.07 ^a	4.29±0.54 ^a	5.14±0.90 ^{ab}	4.57±1.13 ^a	3.00±1.53 ^a	3.00±0.82 ^b	3.85±0.69 ^b
3 month								
Control	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.29±1.80 ^a
0.1 RGEAC	4.57±0.98 ^{bc}	4.29±0.49 ^a	4.86±1.22 ^a	4.00±0.82 ^a	4.14±1.07 ^a	2.14±0.38 ^b	4.43±0.54 ^{ab}	4.00±1.41 ^a
0.3 RGEAC	5.14±0.38 ^b	4.43±0.54 ^a	4.43±0.79 ^a	4.43±0.79 ^a	4.14±0.69 ^a	2.43±0.79 ^{ab}	4.43±0.54 ^{ab}	4.57±0.98 ^a
0.5 RGEAC	5.86±0.69 ^a	4.57±0.98 ^a	4.57±1.13 ^a	4.43±0.98 ^a	5.00±0.82 ^a	3.00±0.82 ^a	4.57±1.13 ^{ab}	3.57±1.51 ^a
0.1 RGHAC	4.43±0.54 ^a	4.00±0.82 ^a	4.43±1.13 ^a	4.43±1.27 ^a	4.71±1.11 ^a	1.29±0.49 ^a	4.71±0.95 ^{ab}	4.86±1.68 ^a
0.3 RGHAC	5.14±0.38 ^b	4.00±0.90 ^a	4.57±0.54 ^a	4.00±0.82 ^a	4.14±0.69 ^a	2.14±1.07 ^b	5.00±0.82 ^a	4.43±1.27 ^a
0.5 RGHAC	6.00±0.58 ^a	4.29±0.49 ^a	4.86±0.69 ^a	4.43±0.54 ^a	4.43±0.79 ^a	2.43±0.54 ^{ab}	5.00±0.82 ^a	3.71±1.80 ^a
4 month								
Control	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^{ab}	4.43±1.27 ^a
0.1 RGEAC	4.00±0.58 ^b	4.86±0.90 ^b	4.43±0.54 ^{bc}	4.29±0.49 ^{bc}	4.43±0.79 ^{bc}	2.29±1.25 ^b	3.57±0.54 ^b	5.14±1.77 ^a
0.3 RGEAC	5.29±0.49 ^a	4.86±0.38 ^b	4.43±0.98 ^{bc}	4.57±0.98 ^{bc}	4.43±0.54 ^b	3.14±1.35 ^{ab}	4.29±1.11 ^{ab}	4.86±0.69 ^a
0.5 RGEAC	5.57±0.79 ^a	5.43±0.54 ^{ab}	5.43±1.13 ^a	5.71±0.95 ^a	5.86±0.90 ^{ab}	3.29±0.76 ^{ab}	4.43±0.98 ^{ab}	3.86±1.57 ^a
0.1 RGHAC	4.00±0.58 ^b	5.71±0.49 ^a	4.86±1.22 ^{bc}	4.43±0.98 ^{bc}	4.86±1.35 ^b	2.29±0.49 ^b	3.86±0.90 ^b	5.00±0.82 ^a
0.3 RGHAC	5.29±0.95 ^a	5.43±0.79 ^{ab}	4.29±0.95 ^{bc}	4.71±0.76 ^{bc}	4.71±0.49 ^b	2.71±0.76 ^{ab}	3.57±0.79 ^b	4.14±1.77 ^a
0.5 RGHAC	5.43±0.96 ^a	6.00±0.58 ^a	5.29±1.11 ^{ab}	5.14±1.35 ^{ab}	5.00±1.16 ^{ab}	3.86±1.57 ^a	5.00±1.16 ^a	3.71±1.50 ^a

¹⁾ 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

²⁾ Control: Asiago cheese

³⁾ PRGAC: Powdered red ginseng-added Asiago cheese

⁴⁾ NRGAC: Nanopowdered red ginseng added Asiago cheese

⁵⁾ Data values were expressed as mean ± SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-g) is significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test

(2) 라이코펜 추출물 분말 첨가 Appenzella cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) pH 측정

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 pH 변화는 0주부터 24주까지 처리구간의 유의적 차이를 나타내었으며, 숙성기간 경과에 따라 점차적으로 증가하는 결과를 보였으며, 대조구에서는 숙성 전 기간에 걸쳐 처리구보다 높은 pH값을 보였으며, 처리구간에 변화는 MTEP함량이 많을수록 낮은 pH값을 나타내었다. 치즈 숙성 중 다소간의 알칼리화 분해물의 생성으로 나타난 것이며 치즈 숙성의 정상적인 경과를 보인 것으로 사료되었다.

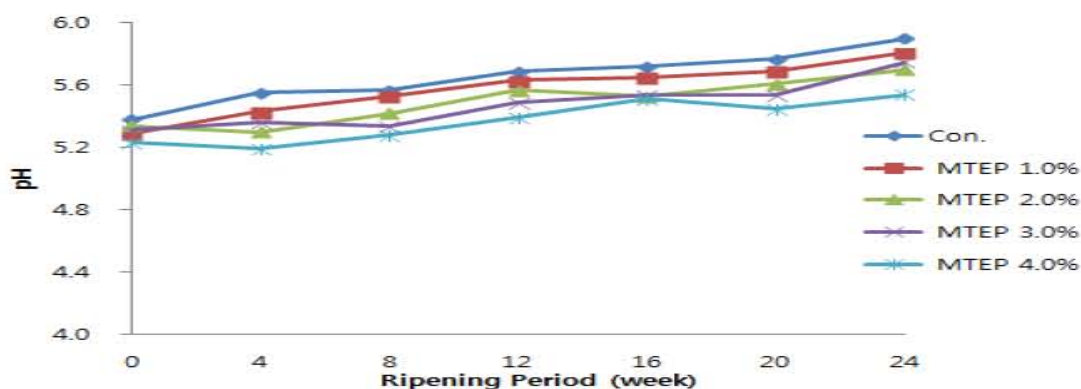


Fig. 55. Change of pH during the ripening of Appenzeller cheese supplemented with MTEP.

(나) 유산균 수

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 유산균수의 변화는 다음과 같다. 모든 실험구에서는 0주부터 24주까지 처리구간의 유의적 차이없이 점차적으로 감소하는 결과를 나타내었다. 숙성 0주차에는 1.0×10^8 CFU/mL이던 유산균수값이 숙성 4주차에는 1.0×10^7 CFU/mL로 감소하였으며 이후 숙성 종료시점인 24주차까지 일정하게 유지됨을 알 수 있었다.

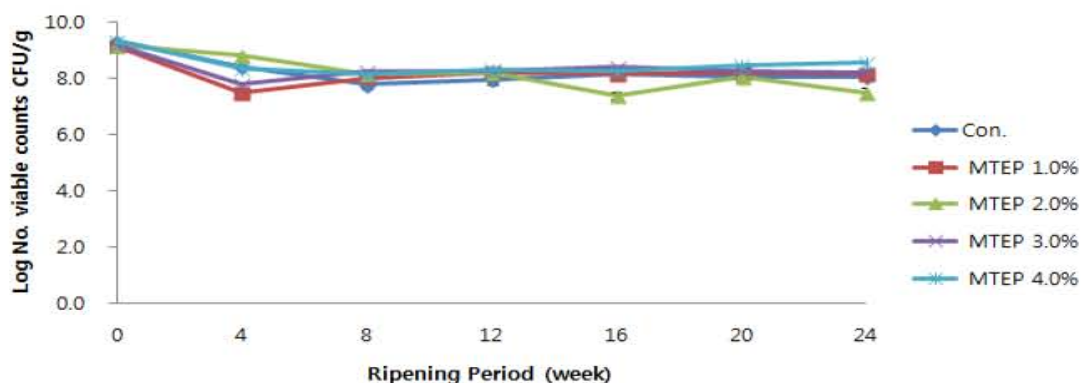


Fig. 56. Change of Viable cell counts during the ripening of Appenzeller cheese supplemented with MTEP.

(다) 숙성중 수용성질소화합물 측정

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 WSN의 변화는 Fig. 57에서와 같이 나타났다. 숙성기간이 경과될수록 모든 실험구에서 WSN값이 증가함을 알 수 있었다. 이와같은 결과를 보아 라이코펜 추출물 분말첨가가 아펜젤러 치즈 숙성을 저하하지 않음을 알 수 있었다.

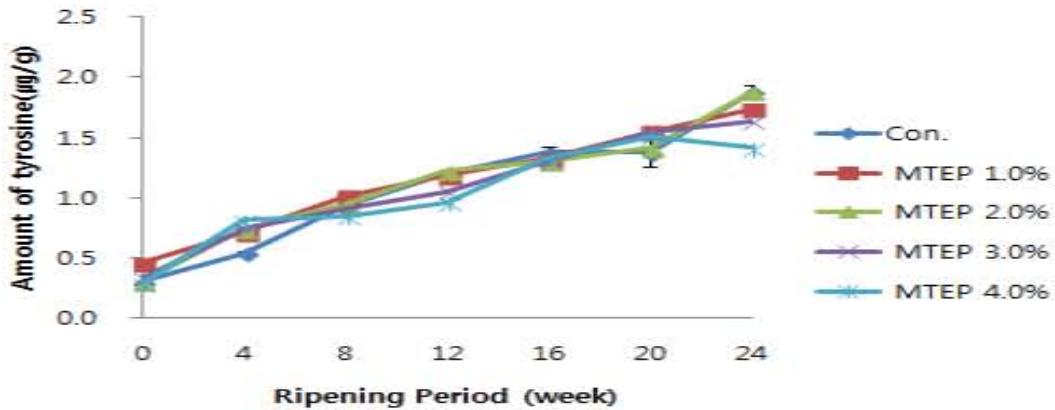


Fig. 57. Change of WSN during the ripening of Appenzeller cheese supplemented with MTEP.

(라) 숙성중 지방산패도 측정

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 지방산패도의 변화는 Fig. 58에서와 같이 나타났다. 숙성이 진행될수록 모든 실험구에서 지방산패도가 증가함을 나타내었다. 숙성 0주차와 12주차까지는 모든 실험구가 증가하다가 이후 숙성 20주차까지 감소하는 결과를 나타내었다. 실험구간의 지방산패도값에서는 대조구보다 처리구에서 지방산패도값이 높은 값을 나타내었다.

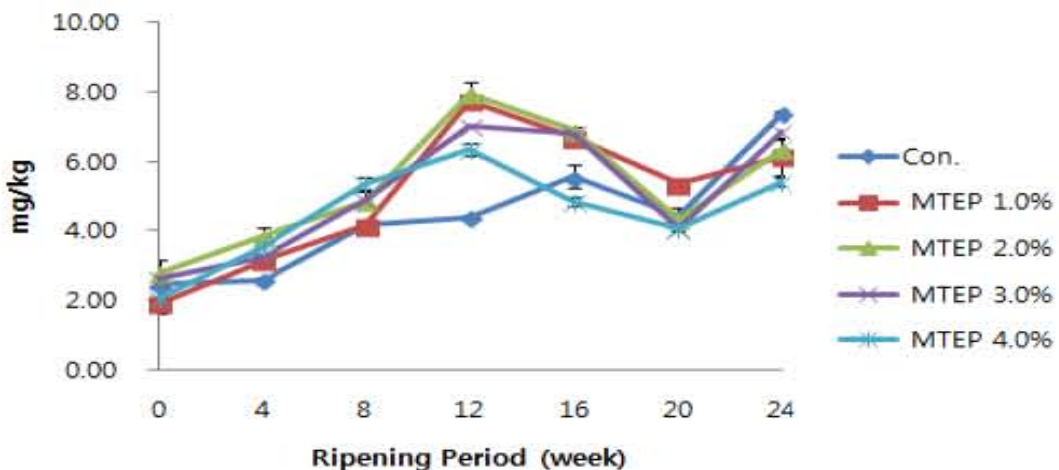


Fig. 58. Change of TBA during the ripening of Appenzeller cheese supplemented with MTEP.

(마) 숙성중 DPPH 라디칼 소거능 측정

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 항산화활성의 변화는 다음과 같다. 전체적으로 숙성이 경과될수록 DPPH radical 소거능이 증가하였으며, 숙성 전기간에 걸쳐 대조구보다 라이코펜 추출물 분말을 첨가한 처리구에서 높은 항산화활성을 보였다. 숙성 24주차에는 대조구와 MTEP 1.0%보다 MTEP 2.0%, 3.0%, 4.0%처리구에서 60%이상이 항산화활성력을 나타내어 라이코펜 추출물 분말 첨가로 인해 항산화활성이 강화된 아펜젤러치즈 제조가 가능할 것으로 판단된다.

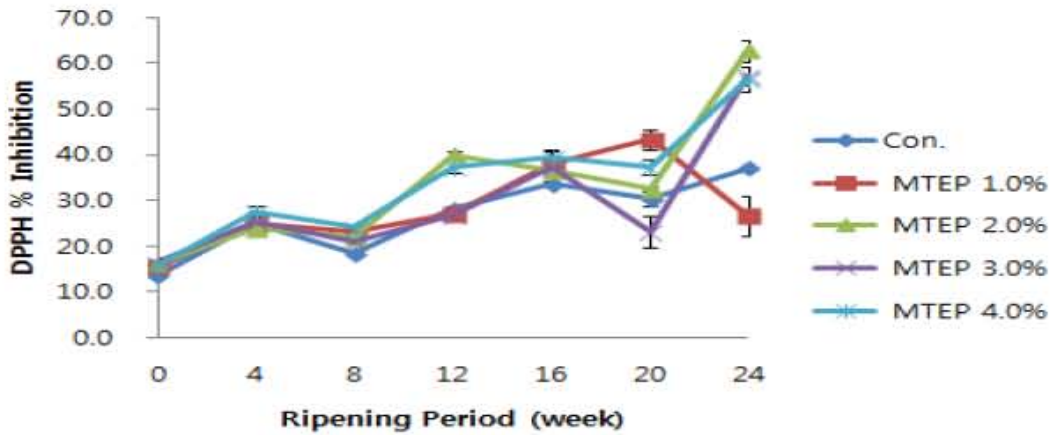


Fig. 59. Change of antioxidant activity by DPPH radical scavenging during the ripening of Appenzeller cheese supplemented with MTEP.

(바) 일반성분 분석

Table 50. Chemical composition Maribo cheese supplemented with MTEP.

0 week	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid
Con.	33.92±0.03 ^b	36.55±0.04 ^b	25.83±0.3 ^b	1.59±0.01 ^b	63.44±0.04 ^b
MTEP 1.0%	33.59±0.04 ^c	36.66±0.04 ^b	25.59±0.03 ^c	1.67±0.02 ^a	63.33±0.04 ^b
MTEP 2.0%	33.28±0.03 ^e	36.88±0.03 ^a	25.64±0.02 ^c	1.61±0.01 ^b	63.11±0.03 ^c
MTEP 3.0%	34.54±0.05 ^a	34.63±0.03 ^c	26.54±0.05 ^a	1.61±0.02 ^b	65.36±0.03 ^a
MTEP 4.0%	33.43±0.02 ^d	36.79±0.04 ^a	25.61±0.02 ^c	1.60±0.01 ^b	63.21±0.04 ^c
12 week	FAT	Protein	Moisture	Salt	Total solid
Con.	35.74±0.04 ^b	33.46±0.02 ^b	27.32±0.02 ^d	2.04±0.01 ^a	66.53±0.02 ^d
MTEP 1.0%	36.05±0.03 ^a	32.38±0.05 ^e	28.42±0.04 ^a	2.04±0.01 ^a	67.61±0.05 ^a
MTEP 2.0%	35.59±0.05 ^c	32.73±0.01 ^c	28.24±0.03 ^b	2.02±0.01 ^a	67.26±0.01 ^c
MTEP 3.0%	35.64±0.03 ^{bc}	32.61±0.02 ^d	28.43±0.04 ^a	1.96±0.01 ^b	67.38±0.02 ^b
MTEP 4.0%	35.32±0.04 ^d	33.76±0.04 ^a	27.64±0.05 ^c	1.92±0.01 ^c	66.23±0.04 ^e
24 week	FAT	Protein	Moisture	Salt	Total solid
Con.	36.68±0.06 ^b	32.10±0.01 ^a	28.26±0.03 ^e	2.06±0.01 ^a	67.89±0.01 ^e
MTEP 1.0%	36.58±0.09 ^b	31.63±0.02 ^b	28.85±0.04 ^d	2.06±0.01 ^a	68.36±0.02 ^d
MTEP 2.0%	37.80±0.06 ^a	29.76±0.03 ^e	30.49±0.06 ^a	2.05±0.01 ^b	70.24±0.03 ^a
MTEP 3.0%	37.22±0.46 ^{ab}	29.96±0.03 ^d	30.34±0.05 ^b	2.04±0.01 ^b	70.03±0.03 ^b
MTEP 4.0%	36.59±0.03 ^b	31.33±0.02 ^c	29.11±0.04 ^c	2.06±0.01 ^a	68.66±0.02 ^c

라이코펜 추출물 분말(MTEP)을 첨가한 아펜젤러 치즈의 숙성중 일반성분 분석은 0주, 12주, 24주에 시료를 채취하여 측정한 결과 숙성기간이 경과할수록 모든 처리구에서 수분함량은 감소함을 알 수 있었다. 0주차에서 모든 실험구의 지방함량은 33~34%, 12주차에는 35~36%, 24주차에는 36~37%를 나타내었으며, 단백질 함량은 0주차 : 25~26%, 12주차 : 27~28%, 24주차 : 28~30%로 숙성기간이 경과할수록 수분의 손실로 인하여 지방과 단백질함량이 상대적으로 증가함을 알 수 있었다.

(사) 단쇄 유리 지방산

Appenzella cheese (Control) 와 라이코펜 미세캡슐 분말을 1, 2, 3, 4% 첨가한 Appenzella cheese를 14°C에서 6 개월 간 저장 중 1 달 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 월) 으로 단쇄 유리 지방산의 변화를 관찰한 결과는 Table 51과 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C₄와 C₆ 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C₈ 은 sweaty, C₁₀ 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 저장 중의 단쇄 유리 지방산 C₄, C₆, C₈, C₁₀ 은 Control 과 라이코펜 미세캡슐 분말을 첨가한 치즈 시료 모두 저장 기간 동안 증가하는 결과를 나타내었다. 라이코펜 캡슐 분말의 함량이 많을수록 더 많은 지방산 함량을 나타내었지만 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 라이코펜 캡슐 분말의 첨가는 지방산 함량에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

Table 51. Production of short-chain fatty acid in powdered microencapsules of tomato extrats-supplemented Appenzeller cheese at 14°C for 6 months

Ripening period (months)	Concentration ¹⁾ (% w/w)	SCFA concentration (ppm)				
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	Total
0	Control ²⁾	4.37±0.68 ^a	2.91±0.88 ^a	2.80±1.10 ^a	3.97±1.95 ^a	14.05
	1.0	4.71±1.44 ^a	2.84±1.08 ^a	2.89±1.13 ^a	3.98±0.30 ^a	14.42
	2.0	4.64±0.89 ^a	2.89±0.73 ^a	2.76±0.87 ^a	3.90±0.43 ^a	14.19
	3.0	4.68±0.86 ^a	2.90±0.53 ^a	2.90±0.20 ^a	3.48±0.70 ^a	13.96
	4.0	4.72±1.06 ^a	2.67±0.52 ^a	2.72±0.23 ^a	3.64±0.78 ^a	13.75
1	Control	4.92±0.90 ^a	3.02±0.26 ^a	2.92±0.60 ^a	4.07±0.31 ^a	14.93
	1.0	4.98±0.43 ^a	2.85±0.40 ^a	2.90±0.11 ^a	4.03±0.68 ^a	14.76
	2.0	4.70±0.25 ^a	2.93±0.63 ^a	2.89±0.58 ^a	4.02±0.60 ^a	14.54
	3.0	4.82±1.09 ^a	2.95±0.65 ^a	2.92±0.19 ^a	4.09±0.14 ^a	14.78
	4.0	4.86±0.67 ^a	2.94±0.37 ^a	2.86±0.57 ^a	4.08±0.59 ^a	14.74
2	Control	5.11±0.15 ^a	3.03±0.21 ^a	3.24±0.17 ^a	4.25±0.22 ^a	15.63
	1.0	5.15±0.12 ^a	3.09±0.72 ^a	3.28±1.03 ^a	4.26±0.21 ^a	15.78
	2.0	5.24±0.14 ^a	3.16±0.28 ^a	3.32±0.11 ^a	4.22±0.08 ^a	15.94
	3.0	5.35±0.47 ^a	3.19±0.40 ^a	3.36±0.24 ^a	4.40±0.56 ^a	16.30
	4.0	5.60±0.15 ^a	3.30±0.74 ^a	3.50±0.28 ^a	4.74±0.38 ^a	17.14
3	Control	6.54±0.57 ^a	3.15±0.19 ^b	4.70±0.54 ^b	9.50±0.54 ^b	23.89
	1.0	6.95±0.41 ^a	3.26±0.20 ^b	4.74±0.24 ^b	9.62±0.70 ^b	24.57
	2.0	7.23±0.44 ^a	3.51±0.52 ^b	4.98±0.51 ^b	10.52±0.39 ^b	26.24
	3.0	7.30±0.32 ^a	3.64±0.19 ^a	5.10±0.50 ^b	11.18±1.37 ^a	27.22
	4.0	7.47±2.02 ^a	3.71±0.11 ^a	5.20±0.44 ^b	12.24±0.73 ^a	28.62
4	Control	14.34±2.85 ^b	4.13±0.65 ^b	4.99±0.91 ^b	15.65±2.25 ^c	39.11
	1.0	14.58±1.58 ^b	4.21±0.68 ^b	4.82±0.70 ^b	15.71±2.23 ^c	39.32
	2.0	16.03±3.40 ^b	4.30±1.13 ^b	5.17±0.61 ^b	16.10±1.89 ^c	41.60
	3.0	16.64±1.01 ^a	4.54±0.20 ^b	5.23±0.61 ^b	16.42±3.60 ^c	42.83
	4.0	16.92±0.68 ^b	4.55±0.58 ^b	5.30±0.41 ^b	17.11±0.70 ^c	43.88
5	Control	16.63±1.85 ^b	4.14±0.86 ^b	5.12±0.51 ^b	20.18±1.43 ^b	46.07
	1.0	16.91±5.04 ^b	4.35±0.46 ^b	5.17±0.79 ^b	20.86±2.03 ^b	47.29
	2.0	19.04±3.37 ^b	4.47±0.18 ^b	5.24±0.68 ^b	21.25±1.09 ^b	50.00
	3.0	19.10±1.52 ^b	4.78±0.18 ^b	5.36±0.54 ^b	21.59±2.87 ^b	50.83
	4.0	19.74±0.49 ^a	4.80±0.74 ^b	5.41±0.73 ^b	21.86±1.47 ^b	51.86
6	Control	18.26±0.46 ^b	5.79±0.18 ^a	6.34±0.51 ^b	26.29±1.21 ^a	56.68
	1.0	20.59±1.90 ^a	5.99±0.28 ^a	6.80±0.73 ^a	26.98±2.86 ^a	60.36
	2.0	20.70±1.02 ^a	6.09±0.59 ^a	7.27±0.32 ^a	27.36±1.18 ^a	61.42
	3.0	21.14±0.85 ^a	6.17±0.06 ^a	7.35±0.24 ^a	27.70±0.39 ^a	62.36
	4.0	21.33±1.06 ^a	6.42±0.68 ^a	7.45±0.52 ^a	27.96±0.97 ^a	63.16

1) Powdered microencapsules of tomato extracts-added Appenzeller cheese

2) Control: Appenzeller cheese

3) Data values were expressed as means ±SD (n=3). Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-C)

(아) 색도

Appenzeller cheese(Control)와 토마토 추출물을 1, 2, 3, 4% 첨가한 Appenzeller cheese의 14℃에서 6달간 숙성 중 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 개월) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정 한 결과는 Table 52 와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 숙성이 진행됨에 따라 약간의 증가하는 경향을 알아볼 수 있었고, 함량에 따라서는 약간의 감소를 관찰할 수 있었다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 숙성이 진행됨에 따라 Control은 증가하는 것을 관찰할 수 있었지만 토마토 추출물 첨가 Appenzeller cheese는 값이 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 함량에 따라서는 감소하였다. 황색도를 나타내는 b값은 Control 보다 토마토 추출물 첨가 Appenzeller cheese 가 높았으며, 토마토 추출물의 함량이 높을수록 값이 높았다. 또한, 숙성이 진행됨에 따라 값이 약간 증가하는 것을 관찰 할 수 있었다.

Table 52. Changes in color of powdered microencapsules of tomato extracts-supplemented Appenzella cheese ripened at 14℃ for 6 months

Color Value	Treatment (% w/w)	Ripening period (month)						
		0 ²⁾	1	2	3	4	5	6
L (lightness)	Control ³⁾	74.26±1.66 ^{dC4)}	75.75±0.98 ^{cB}	77.50±0.94 ^{bA}	77.88±0.90 ^{abA}	78.16±1.13 ^{abA}	79.05±1.48 ^{aA}	78.65±1.56 ^{abA}
	1.0 PTEAC	76.97±0.82 ^{ab}	76.95±0.48 ^{aA}	74.99±0.87 ^{bcBC}	75.35±0.75 ^{bcB}	73.53±1.08 ^{dB}	75.80±1.51 ^{bB}	74.45±1.87 ^{cdB}
	2.0 PTEAC	77.15±0.49 ^{ab}	76.86±0.46 ^{aA}	74.86±1.03 ^{cC}	75.83±0.86 ^{bB}	74.35±1.04 ^{cB}	74.35±1.04 ^{cC}	74.24±1.46 ^{cB}
	3.0 PTEAC	77.42±0.87 ^{ab}	76.42±0.52 ^{bA}	75.77±0.92 ^{bcB}	75.29±1.19 ^{cB}	73.43±1.07 ^{Db}	73.43±1.06 ^{dC}	75.52±1.63 ^{bcB}
	4.0 PTEAC	79.37±0.75 ^{aA}	75.70±0.53 ^{bB}	74.55±0.57 ^{cdC}	75.31±1.26 ^{bcB}	74.30±0.93 ^{dB}	73.50±1.29 ^{cC}	74.89±0.99 ^{bcdB}
a- (redness)	Control	3.49±0.13 ^{bA}	3.67±0.11 ^{abA}	3.73±0.10 ^{aA}	3.69±0.14 ^{abA}	3.70±0.32 ^{abA}	3.77±0.31 ^{aA}	3.78±0.24 ^{aA}
	1.0 PTEAC	2.24±0.18 ^{cB}	2.26±0.47 ^{bcB}	2.29±0.52 ^{abcB}	2.57±0.31 ^{abB}	2.55±0.35 ^{abB}	2.59±0.35 ^{abA}	2.60±0.19 ^{abB}
	2.0 PTEAC	2.28±0.21 ^{ab}	2.28±0.44 ^{ab}	2.34±0.36 ^{ab}	2.43±0.41 ^{ab}	2.44±0.27 ^{ab}	2.47±0.35 ^{ab}	2.57±0.25 ^{ab}
	3.0 PTEAC	2.37±0.27 ^{ab}	2.37±0.22 ^{ab}	2.50±0.24 ^{ab}	2.48±0.34 ^{ab}	2.49±0.48 ^{ab}	2.50±0.24 ^{ab}	2.53±0.25 ^{ab}
	4.0 PTEAC	1.74±0.24 ^{bc}	1.77±0.15 ^{bc}	1.80±0.34 ^{bc}	2.07±0.13 ^{abC}	2.25±0.41 ^{ab}	2.33±0.84 ^{ab}	2.37±0.41 ^{ab}
b (yellowness)	Control	11.11±0.58 ^d	12.43±0.23 ^{bcC}	12.57±0.18 ^{abcB}	12.62±0.27 ^{abD}	12.26±0.33 ^{cd}	12.82±0.33 ^{aC}	12.88±0.45 ^{ab}
	1.0 PTEAC	12.16±0.33 ^{cB}	12.18±0.94 ^{cC}	12.97±0.76 ^{bB}	13.48±0.68 ^{bC}	13.63±0.81 ^{bc}	14.98±0.81 ^{ab}	15.21±0.85 ^{aA}
	2.0 PTEAC	12.18±0.69 ^{dB}	13.77±0.54 ^{cB}	14.51±0.22 ^{bA}	14.79±1.19 ^{abB}	15.05±0.68 ^{abB}	15.10±0.55 ^{abB}	15.31±0.58 ^{aA}
	3.0 PTEAC	12.21±0.81 ^{cB}	14.48±0.32 ^{bA}	14.59±0.71 ^{bA}	14.84±0.25 ^{bB}	15.10±0.47 ^{abB}	15.21±0.54 ^{abB}	15.36±1.32 ^{aA}
	4.0 PTEAC	12.30±1.08 ^{cAB}	14.50±0.65 ^{bAB}	14.64±0.79 ^{bA}	15.90±0.83 ^{bA}	15.91±0.32 ^{aA}	15.97±1.13 ^{aA}	16.00±1.38 ^{aA}

1) Powdered tomato extracts- added Appenzeller cheese

2) 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

3) Control: Appenzeller cheese

4) Values are mean ±SD (n=10) Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-D) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test

(자) 물성 검사

Appenzella cheese (Control) 와 라이코펜 미세캡슐 분말을 1, 2, 3, 4% 첨가한 Appenzella cheese를 14°C에서 6개월간 숙성 중 6개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6개월) 으로 물성을 측정 한 결과는 Table 53 과 같다. 치즈의 부드러운 정도를 나타내는 hardness의 경우 숙성이 진행됨에 따라 모든 군에서 증가 하였고, 함량이 높아짐에 따라도 증가 하였다. 입자들 간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 모든 군에서 숙성이 진행됨에 따라 감소하였고, 함량에 따라서는 거의 유의적 차이를 보이지 않았다($P<0.05$). 점착성을 나타내는 gumminess의 경우에는 숙성이 진행됨에 따라 증가하였고, 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 숙성이 진행됨에 따라 약간 증가하는 경향을 보였지만, 유의적 차이는 보이지 않았다($P<0.05$). 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 함량에 따라, 숙성함에 따라 증가하는 경향을 보였다.

Table 53. Texture properties of powdered microencapsules of tomato extracts-supplemented Appenzeller cheeses at 14°C for 6 months

Texture description	Concentration ¹⁾ of sample (%w/w)	Ripening period (months)						
		0 ¹⁾	1	2	3	4	5	6
Hardness (N ²⁾)	Control ³⁾	10.99±0.45 ^{4a)}	12.19±1.56 ^{4a}	14.08±1.64 ^{4a}	22.56±2.64 ^{4c}	24.84±3.09 ^{4b}	27.31±2.27 ^{4b}	33.79±3.43 ^{4a}
	1.0	11.64±1.14 ^{4a}	13.39±0.97 ^{4a}	14.27±2.32 ^{4a}	24.70±1.85 ^{4b}	26.38±2.90 ^{4ab}	29.72±2.03 ^{4b}	35.08±4.13 ^{4a}
	2.0	12.16±1.15 ^{4a}	13.16±0.91 ^{4ab}	14.40±0.38 ^{4a}	25.36±1.05 ^{4ab}	26.91±2.23 ^{4ab}	31.52±4.32 ^{4abc}	36.42±2.61 ^{4a}
	3.0	12.28±1.05 ^{4a}	13.60±0.71 ^{4ab}	14.44±0.33 ^{4a}	26.46±1.83 ^{4ab}	28.79±2.17 ^{4a}	33.41±3.08 ^{4ab}	37.14±1.75 ^{4a}
	4.0	12.46±1.76 ^{4a}	13.88±0.88 ^{4a}	14.66±1.46 ^{4a}	27.49±1.98 ^{4a}	29.07±2.96 ^{4a}	34.98±3.82 ^{4a}	37.32±0.68 ^{4a}
Cohesiveness (J ³⁾)	Control	0.69±0.01 ^{4bb}	0.74±0.02 ^{4a}	0.69±0.02 ^{4a}	0.68±0.03 ^{4a}	0.67±0.02 ^{4a}	0.59±0.01 ^{4a}	0.59±0.05 ^{4a}
	1.0	0.72±0.02 ^{4a}	0.70±0.03 ^{4ab}	0.67±0.02 ^{4bc}	0.68±0.02 ^{4ba}	0.64±0.04 ^{4ca}	0.62±0.05 ^{4da}	0.54±0.05 ^{4ab}
	2.0	0.73±0.03 ^{4a}	0.72±0.01 ^{4ab}	0.68±0.01 ^{4a}	0.64±0.02 ^{4ab}	0.67±0.02 ^{4a}	0.59±0.05 ^{4a}	0.46±0.02 ^{4b}
	3.0	0.75±0.04 ^{4a}	0.73±0.02 ^{4ab}	0.71±0.02 ^{4ba}	0.64±0.02 ^{4b}	0.65±0.03 ^{4ca}	0.58±0.09 ^{4ab}	0.48±0.05 ^{4b}
	4.0	0.76±0.04 ^{4a}	0.75±0.03 ^{4a}	0.68±0.04 ^{4ba}	0.64±0.05 ^{4b}	0.64±0.03 ^{4a}	0.51±0.03 ^{4b}	0.48±0.09 ^{4b}
Gumminess (N)	Control	7.57±0.32 ^{4a}	8.96±1.13 ^{4b}	9.76±1.35 ^{4a}	14.83±1.17 ^{4bb}	16.56±0.82 ^{4ba}	17.98±4.62 ^{4ba}	18.17±1.77 ^{4a}
	1.0	8.48±0.75 ^{4ab}	9.38±0.79 ^{4ab}	9.98±1.18 ^{4ba}	15.74±1.61 ^{4ab}	17.15±1.17 ^{4a}	18.28±1.52 ^{4a}	19.36±6.25 ^{4a}
	2.0	9.36±0.57 ^{4a}	9.54±0.69 ^{4ab}	10.02±0.43 ^{4a}	16.82±1.93 ^{4a}	17.36±1.09 ^{4ba}	18.72±1.34 ^{4ba}	19.73±3.32 ^{4a}
	3.0	9.06±0.69 ^{4a}	9.93±0.64 ^{4ab}	10.18±0.22 ^{4a}	17.15±0.38 ^{4a}	18.02±0.77 ^{4bc}	19.11±1.89 ^{4ba}	20.34±2.01 ^{4a}
	4.0	9.27±1.23 ^{4a}	10.45±0.93 ^{4a}	10.61±1.26 ^{4a}	17.21±0.94 ^{4a}	18.09±1.81 ^{4ba}	20.26±0.53 ^{4a}	21.08±12.24 ^{4a}
Springiness (m×10 ⁻³)	Control	0.74±0.11 ^{4a}	0.83±0.15 ^{4a}	0.71±0.02 ^{4a}	0.77±0.13 ^{4a}	0.76±0.01 ^{4a}	0.75±0.15 ^{4a}	0.74±1.29 ^{4a}
	1.0	0.82±0.13 ^{4a}	0.84±0.11 ^{4a}	0.78±0.10 ^{4a}	0.77±0.02 ^{4a}	0.77±0.08 ^{4a}	0.76±0.02 ^{4a}	0.74±0.13 ^{4a}
	2.0	0.83±0.12 ^{4a}	0.83±0.15 ^{4a}	0.82±0.01 ^{4a}	0.81±0.13 ^{4a}	0.73±0.17 ^{4a}	0.71±0.17 ^{4a}	0.70±0.21 ^{4a}
	3.0	0.85±0.13 ^{4a}	0.83±0.14 ^{4a}	0.76±0.10 ^{4a}	0.75±0.09 ^{4a}	0.74±0.08 ^{4a}	0.73±0.18 ^{4a}	0.72±0.16 ^{4a}
	4.0	0.83±0.14 ^{4a}	0.82±0.14 ^{4a}	0.78±0.11 ^{4a}	0.76±0.10 ^{4a}	0.75±0.14 ^{4a}	0.75±0.14 ^{4a}	0.74±0.33 ^{4a}
Chewiness (J×10 ⁻³)	Control	5.64±0.73 ^{4a}	7.42±1.73 ^{4aa}	8.58±3.52 ^{4a}	12.42±1.63 ^{4ba}	12.82±2.11 ^{4ba}	15.62±1.03 ^{4a}	17.17±2.57 ^{4a}
	1.0	7.02±3.31 ^{4a}	7.20±1.42 ^{4a}	7.61±2.34 ^{4a}	12.53±1.03 ^{4ba}	13.66±2.26 ^{4ba}	16.95±1.10 ^{4a}	18.91±4.36 ^{4a}
	2.0	7.76±1.44 ^{4a}	7.91±1.12 ^{4a}	8.11±1.36 ^{4a}	13.2±4.08 ^{4ba}	13.20±1.39 ^{4ba}	18.88±4.54 ^{4a}	19.03±2.39 ^{4a}
	3.0	7.26±1.44 ^{4a}	8.27±1.31 ^{4a}	8.37±0.72 ^{4a}	13.15±0.59 ^{4ba}	13.23±1.23 ^{4ba}	18.85±6.00 ^{4a}	19.37±3.39 ^{4a}
	4.0	7.73±1.65 ^{4a}	8.66±0.88 ^{4a}	8.70±0.88 ^{4a}	13.01±1.88 ^{4ba}	13.27±1.97 ^{4ba}	18.81±0.63 ^{4a}	19.63±5.83 ^{4a}

1) 0 month means the sample obtained after 48 hours from cheese making

2) Powdered microencapsules of tomato extracts- added Appenzeller cheese

3) Control: Appenzeller cheese

4) Data values were expressed as means ±SD (n=5). Means with different superscripts in a row (a-e) and column (A-D) are signification at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

(차) 관능평가

Appenzeller cheese(Control)와 토마토 추출물을 1, 2, 3, 4% 첨가한 Appenzeller cheese의 14℃에서 숙성 중 6개월간 1개월 간격 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 개월) 으로 7점법을 이용하여 비교 분석한 관능평가 결과는 Table 54 와 같다. 평가 항목은 총 9개로 크기는 외관특성, 치즈의 향미, 맛, 조직특성을 보았고 세부적으로는 yellowness, cheese eye, butyric, musty, tomato flavor, bitterness, sour, sweet, hardness를 측정하였다. Appenzeller cheese가 숙성됨에 따라 치즈의 관능 또한 변화를 관찰할 수 있었다. 숙성이 진행됨에 따라 musty, butyric, bitterness, hardness가 증가하는 경향을 보이는 것을 알 수 있었으며, Control과 비교하였을 때 토마토 추출분말을 4% 첨가한 Appenzeller cheese의 관능기호도는 낮았지만 유의적 차이는 보이지 않았다(P<0.05).

Table 54. Sensory evaluation of the powdered micrencapsules of tomato extrats-supplemented Appenzeller cheese ripened at 14 for 6 months

Concentration ¹⁾ Of sample (%, w/w)	Appearance		Flavor			Taste		Texture
	Yellowish	Butyric	Musty	Tomato flavor	Bitterness	Sourness	Sweetness	Hardness
0 month²⁾								
Control ³⁾	1.00±0.00 ^{c3)}	1.00±0.00 ^{b3)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{c3)}	1.00±0.00 ^{b3)}	4.00±0.00 ^{a4)}
1.0	1.72±0.48 ^{c3)}	1.42±0.54 ^{a4)}	1.28±0.48 ^{c4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.14±0.37 ^{a4)}	1.85±0.69 ^{b4)}	1.71±0.75 ^{b4)}	4.14±0.37 ^{a4)}
2.0	1.72±0.43 ^{a4)}	1.71±0.48 ^{c4)}	1.42±0.54 ^{a4)}	1.16±0.41 ^{b4)}	1.43±0.54 ^{a4)}	1.14±0.37 ^{b3)}	1.43±0.54 ^{b4)}	4.42±0.95 ^{a4)}
3.0	2.00±0.82 ^{c3)}	1.43±0.54 ^{a4)}	1.42±0.54 ^{c4)}	1.28±0.48 ^{c4)}	1.14±0.37 ^{a4)}	1.71±0.75 ^{b4)}	1.43±0.54 ^{b4)}	4.43±1.13 ^{c4)}
4.0	2.28±0.48 ^{b4)}	1.57±0.53 ^{a4)}	1.72±1.14 ^{c4)}	1.33±0.52 ^{b4)}	1.57±0.78 ^{c4)}	1.43±0.54 ^{b4)}	1.86±0.89 ^{c4)}	4.57±0.97 ^{b4)}
1 month								
Control	1.14±0.37 ^{c3)}	1.85±0.37 ^{c3)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	2.00±0.00 ^{b3)}	1.00±0.00 ^{c3)}	1.00±0.00 ^{b4)}	4.14±0.37 ^{a4)}
1.0	1.86±0.37 ^{c3)}	2.28±1.11 ^{c3)}	1.57±0.78 ^{c4)}	1.43±0.54 ^{b4)}	2.14±0.69 ^{c4)}	1.86±0.69 ^{b4)}	2.00±1.15 ^{b4)}	4.42±0.97 ^{a4)}
2.0	2.00±0.57 ^{a4)}	2.72±0.95 ^{c4)}	1.71±0.7 ^{c4)}	1.57±0.54 ^{b4)}	2.14±0.69 ^{c4)}	1.16±0.38 ^{b3)}	1.57±0.53 ^{b4)}	4.43±1.13 ^{a4)}
3.0	2.14±0.89 ^{a4)}	3.00±1.29 ^{a4)}	1.28±0.48 ^{c4)}	1.57±0.54 ^{b4)}	2.85±1.77 ^{c4)}	1.72±0.75 ^{b4)}	2.14±0.83 ^{c4)}	4.57±0.78 ^{b4)}
4.0	2.43±0.97 ^{b4)}	3.57±0.78 ^{c4)}	1.43±0.78 ^{c4)}	1.72±0.11 ^{b4)}	2.71±1.25 ^{c4)}	1.43±0.54 ^{b4)}	2.14±1.67 ^{c4)}	4.63±1.26 ^{b4)}
2 month								
Control	2.00±0.00 ^{a4)}	2.86±0.37 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{a4)}	3.00±0.00 ^{a4)}	2.57±0.78 ^{c4)}	1.28±0.75 ^{b3)}	4.14±0.37 ^{a4)}
1.0	2.14±0.69 ^{c4)}	2.43±0.54 ^{c4)}	1.72±0.75 ^{c4)}	1.07±0.37 ^{a4)}	2.28±1.11 ^{c4)}	2.00±0.00 ^{b4)}	1.57±0.78 ^{b3)}	4.43±0.3 ^{a4)}
2.0	2.28±1.11 ^{a4)}	2.57±0.97 ^{b3)}	1.85±0.69 ^{c4)}	1.21±0.56 ^{b4)}	2.57±1.71 ^{c4)}	2.14±0.69 ^{b4)}	2.14±0.69 ^{b4)}	4.43±0.37 ^{a4)}
3.0	2.43±0.97 ^{a4)}	3.28±0.75 ^{c4)}	1.86±0.69 ^{c4)}	1.55±0.94 ^{c4)}	2.57±1.71 ^{c4)}	1.28±1.11 ^{c3)}	2.00±0.00 ^{b4)}	4.60±0.51 ^{b4)}
4.0	2.57±0.78 ^{c4)}	3.43±0.54 ^{a4)}	2.00±0.92 ^{c4)}	1.64±1.70 ^{b4)}	2.85±2.11 ^{c4)}	1.57±1.13 ^{b3)}	2.57±0.78 ^{c4)}	4.71±0.95 ^{b4)}
3 month								
Control	4.00±0.00 ^{b3)}	3.57±0.78 ^{c4)}	3.85±0.37 ^{c4)}	1.00±0.00 ^{b4)}	4.00±0.00 ^{b4)}	2.86±0.37 ^{b4)}	4.00±0.00 ^{a4)}	4.28±0.75 ^{c4)}
1.0	4.43±0.78 ^{b4)}	3.86±1.57 ^{c4)}	2.28±1.11 ^{b3)}	1.57±0.78 ^{b4)}	4.85±0.69 ^{b4)}	2.00±0.00 ^{a4)}	4.14±1.21 ^{a4)}	4.43±1.27 ^{c4)}
2.0	4.57±0.54 ^{c4)}	4.28±0.75 ^{b4)}	2.42±0.78 ^{b3)}	2.00±0.81 ^{b4)}	4.42±0.53 ^{b4)}	2.28±1.11 ^{b4)}	4.35±0.85 ^{a4)}	4.57±0.78 ^{c4)}
3.0	4.86±0.69 ^{c4)}	4.43±1.27 ^{b4)}	2.57±1.13 ^{b3)}	2.14±0.89 ^{b4)}	4.43±0.53 ^{b4)}	2.57±1.13 ^{b4)}	4.43±0.78 ^{b4)}	4.72±1.38 ^{b4)}
4.0	5.00±0.57 ^{b4)}	4.72±1.38 ^{a4)}	2.71±1.11 ^{b3)}	2.28±1.11 ^{b4)}	4.71±1.49 ^{b4)}	2.85±2.11 ^{b4)}	4.57±0.78 ^{b4)}	4.85±1.21 ^{b4)}
4 month								
Control	4.14±0.37 ^{c4)}	4.00±0.00 ^{b4)}	4.00±0.00 ^{b4)}	1.00±0.00 ^{b4)}	4.28±0.75 ^{b4)}	3.85±0.37 ^{b4)}	4.00±0.00 ^{b4)}	5.00±0.00 ^{b4)}
1.0	4.86±1.22 ^{b4)}	4.14±1.06 ^{b4)}	2.72±0.75 ^{b3)}	2.28±1.11 ^{b4)}	4.57±0.78 ^{b4)}	2.28±1.11 ^{b3)}	4.42±0.53 ^{b4)}	5.14±0.89 ^{b4)}
2.0	5.14±1.48 ^{b4)}	4.28±1.25 ^{b4)}	2.57±1.13 ^{b3)}	2.28±1.49 ^{b4)}	4.72±0.75 ^{b4)}	2.42±0.78 ^{b4)}	4.42±0.78 ^{b4)}	5.28±0.48 ^{b4)}
3.0	5.28±0.75 ^{b4)}	4.57±0.97 ^{b4)}	2.43±1.62 ^{b3)}	2.71±1.60 ^{b4)}	4.57±1.27 ^{b4)}	2.57±1.13 ^{b3)}	4.86±0.89 ^{b4)}	5.42±0.53 ^{b4)}
4.0	5.43±1.27 ^{b4)}	4.85±1.27 ^{b4)}	2.14±1.06 ^{b3)}	2.85±1.77 ^{b4)}	5.28±0.95 ^{b4)}	2.71±1.11 ^{b4)}	5.00±1.15 ^{b4)}	5.57±0.78 ^{b4)}
5 month								
Control	5.14±1.48 ^{b4)}	4.57±0.78 ^{b4)}	4.28±0.78 ^{b4)}	1.00±0.00 ^{b4)}	4.42±1.13 ^{b4)}	4.72±1.38 ^{a4)}	4.14±0.37 ^{c3)}	5.57±0.53 ^{b4)}
1.0	5.28±0.75 ^{b4)}	5.14±1.46 ^{b4)}	3.71±1.38 ^{a4)}	2.57±1.27 ^{b4)}	4.28±1.38 ^{b4)}	4.43±1.27 ^{b4)}	4.72±0.75 ^{b3)}	5.86±0.69 ^{b4)}
2.0	5.72±1.11 ^{b4)}	5.28±1.49 ^{b4)}	3.14±1.22 ^{b4)}	2.72±1.70 ^{b4)}	5.14±0.37 ^{b4)}	4.28±1.25 ^{b4)}	5.14±1.21 ^{b4)}	6.00±0.57 ^{b4)}
3.0	6.00±0.82 ^{b4)}	5.43±1.13 ^{b4)}	3.43±1.51 ^{b4)}	2.85±1.34 ^{b4)}	5.28±0.75 ^{b4)}	3.86±1.57 ^{b4)}	5.43±0.97 ^{b4)}	6.43±0.53 ^{b4)}
4.0	6.14±0.89 ^{b4)}	5.57±1.06 ^{b4)}	3.57±0.97 ^{b4)}	3.14±1.95 ^{b4)}	5.57±1.13 ^{b4)}	3.57±0.78 ^{b4)}	5.85±0.80 ^{b4)}	6.57±0.53 ^{b4)}
6 month								
Control	6.14±0.37 ^{b4)}	6.28±1.88 ^{a4)}	4.57±0.97 ^{a4)}	1.00±0.00 ^{b4)}	6.14±0.37 ^{b4)}	5.00±0.81 ^{a4)}	4.28±0.75 ^{c3)}	6.00±0.00 ^{b4)}
1.0	6.57±1.13 ^{b4)}	6.42±1.51 ^{a4)}	4.14±0.37 ^{a4)}	2.86±1.77 ^{a4)}	6.28±0.48 ^{b4)}	4.86±1.06 ^{a4)}	5.00±0.81 ^{b3)}	6.28±1.11 ^{b4)}
2.0	6.72±0.73 ^{b4)}	6.71±0.75 ^{a4)}	4.28±0.75 ^{a4)}	3.14±1.95 ^{a4)}	6.28±0.48 ^{b4)}	4.42±1.27 ^{a4)}	5.28±1.11 ^{b4)}	6.42±1.13 ^{b4)}
3.0	6.85±0.37 ^{b4)}	6.71±0.75 ^{a4)}	4.42±1.91 ^{a4)}	3.28±1.25 ^{a4)}	6.57±0.53 ^{b4)}	4.14±0.89 ^{a4)}	5.57±1.13 ^{b4)}	6.85±0.37 ^{b4)}
4.0	7.00±0.00 ^{a4)}	6.71±0.00 ^{a4)}	4.43±1.62 ^{a4)}	3.72±1.79 ^{a4)}	6.86±0.37 ^{a4)}	4.00±0.00 ^{a4)}	6.14±0.37 ^{a4)}	7.00±0.00 ^{a4)}

1) Powdered microencapsules of tomato extrats-added Appenzeller cheese
 2) 0 month means the sample obtained after 48 hrs from cheese making
 3) Control: Appenzeller cheese
 4) Values are mean ± SD (n=10) Means with different superscripts in a row (a-f) and column (A-D) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test

다. 기능성 정제 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험

(1) 홍삼 분해물의 관절염효과 규명을 위한 동물실험

(가) 체중, 유발율, 부종 측정

체중, 관절염 유발율, 부종 측정 결과는 Table 55 와 같다. 관절염 유발율은 Control과 비교하였을 때 홍삼 일반분말 및 나노분말 16% 홍삼 에탄올추출물 16%, 홍삼 가수분해물 33% 감소하는 결과를 관찰 할수 있었고, 뒷발의 부종 측정결과는 홍삼 나노분말과 홍삼 가수분해물이 홍삼 일반분말과 추출물에 비하여 긍정적인 결과를 나타낸 것을 알 수 있었다.

Table 55. Effect of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on the incidence and severity of arthritis in DBA/1J mice immunized with type II collagen.

Group	Change of body weight (g) ⁸⁾	No. of immunized/no. of arthritic	Arthritic paws in each group	Paw thickness (ml)	Mean day of onset ⁹⁾
Normal ¹⁾	1.50±0.38 ^{a10)}	-	-	0.118±0.003 ^b	-
Control ²⁾	-1.16±1.41 ^b	6/6(100%)	11	0.170±0.044 ^{ab}	12
MTX ³⁾	1.12±0.47 ^a	6/3(50%)	3	0.127±0.016 ^{ab}	ND
RGE ⁴⁾	0.7±0.45 ^{ab}	6/5(84%)	7	0.150±0.037 ^{ab}	ND
RGH ⁵⁾	1.18±0.42 ^a	6/4(67%)	6	0.139±0.035 ^{ab}	15
PRG ⁶⁾	0.52±0.52 ^{ab}	6/5(84%)	7	0.154±0.071 ^{ab}	15
NRG ⁷⁾	0.94±1.2 ^{ab}	6/5(84%)	7	0.140±0.036 ^{ab}	15

¹⁾ Normal : no immunization

²⁾ Control: Collagen-induced arthritis - no treatment

³⁾ MTX: Collagen-induced arthritis treated with methotrexate (medicine of arthritis)

⁴⁾ RGE: Collagen-induced arthritis treated with red ginseng extract

⁵⁾ RGH: Collagen-induced arthritis treated with red ginseng hydrolyzate

⁶⁾ PRG: Collagen-induced arthritis treated with powdered red ginseng

⁷⁾ NRG: Collagen-induced arthritis treated with nanopowdered red ginseng

⁸⁾ From the booster injection to end of experiment

⁹⁾ The time to over 3 average of clinical score in each groups from the booster injection

¹⁰⁾ Data values were expressed as mean ± SD (n=6). Different letter are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test

(나) 관절염 지수

관절염 지수 결과는 Figure 60 과 같다. 유발 초기에는 모든군에서 증가하는 모습을 보였지만 관찰종료 시점인 35일에는 나노분말과 홍삼 가수분해물이 홍삼 일반분말과 에탄올 추출물에 비하여 긍정적인 결과가 나타났다.

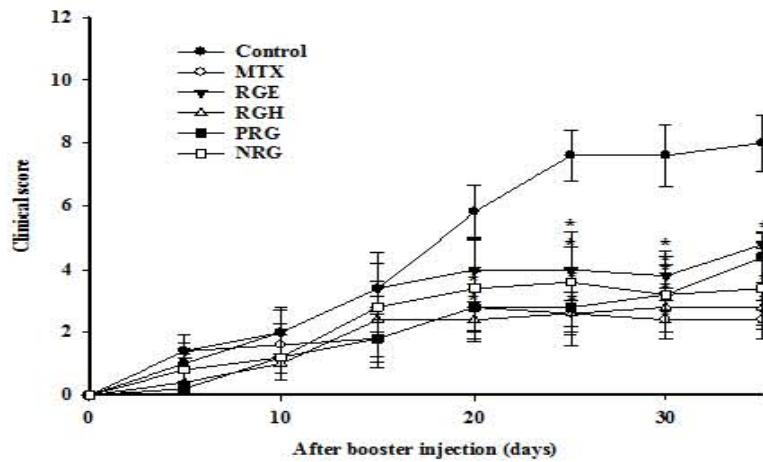


Figure 60. Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on Clinical scores of arthritis symptoms in DBA/1J mice immunized with type II collagen from the boosterinjection.

(다) 혈액 분석

혈액 분석 결과는 Figure 61~64 와 같다. 혈액 내 면역글로블린인 IgG₁과 IgM의 경우 관절염 유발로 인해 증가하였으나 홍삼 나노분말과 홍삼 가수분해물에서는 대조군에 비해 증가 폭이 작았다. 관절염증상에 중요한 역할을 하는 사이토카인인 TNF- α 와 IL-6 의 경우 관절염유발로 인해 증가하였으며, 홍삼 나노분말과 홍삼 가수분해물이 각각 34.73, 33.75 μ g/mL으로 홍삼 일반분말과 홍삼 추출물에 비해 상대적으로 낮은 결과로 나타났다.

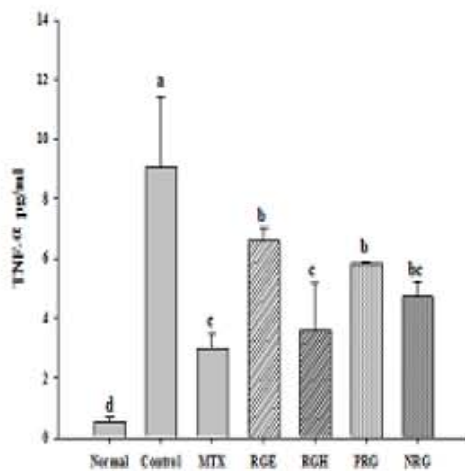


Figure 61. The Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on TNF- α in the serum of DBA/1J immunized with type II collagen

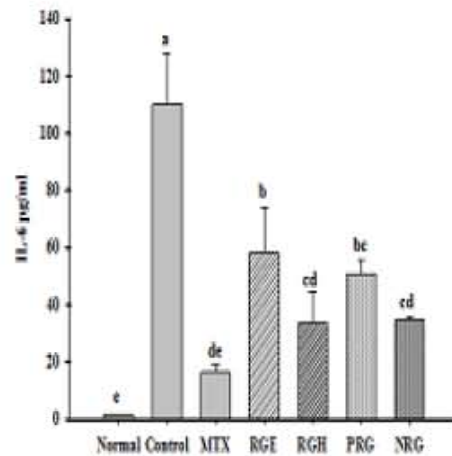


Figure 62. The Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on IL-6 in the serum of DBA/1J immunized with type II collagen

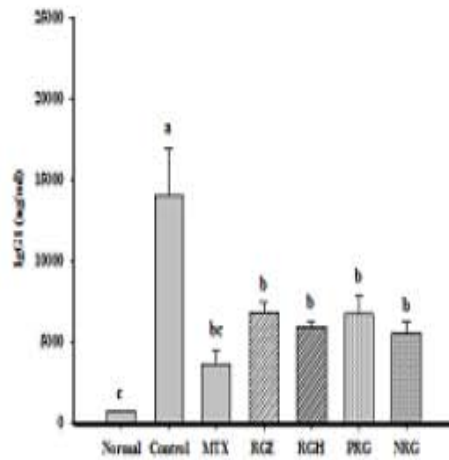


Figure 63. The Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on immunoglobulin IgG1 in DBA/1J mice immunized with type II collagen

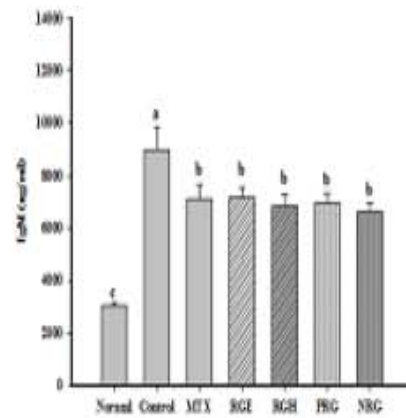


Figure 64. The Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on immunoglobulin IgG1 and IgM in DBA/1J mice immunized with type II collagen

(라) 병리조직검사

병리조직분석 결과는 Figure 65 와 같고, 관절과 뼈의 염증 및 섬유화 등에 중점을 두어 점수로 나타낸 결과는 Figure 66 과 같다. 홍삼처리군내에서는 결과의 차이가 없었으나 뼈의 침윤, 염증, 섬유화에서 대조군에 비해 낮은 결과를 보였다.

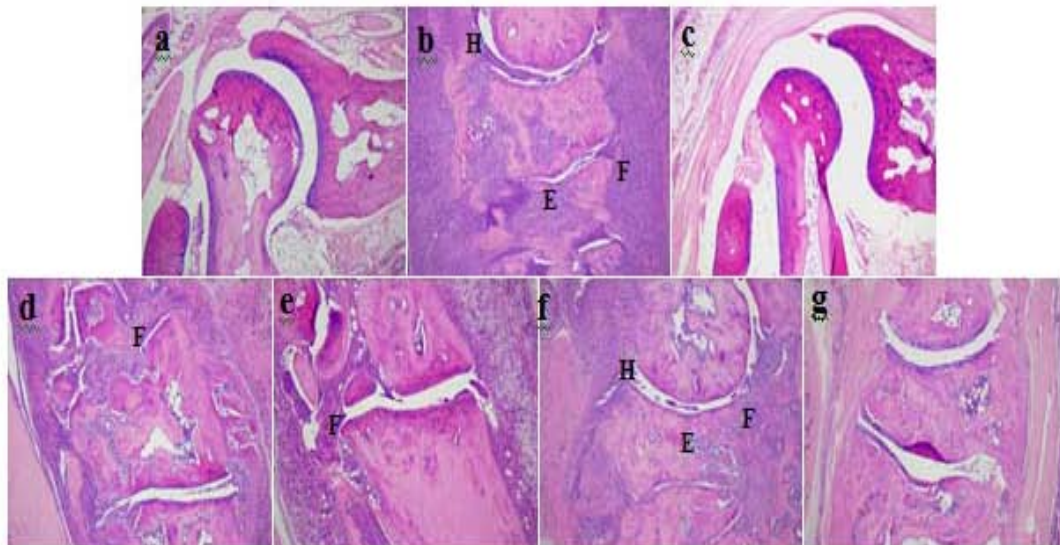


Figure 65. Histological changes of toe joint in DBA/1J immunized type II collagen.

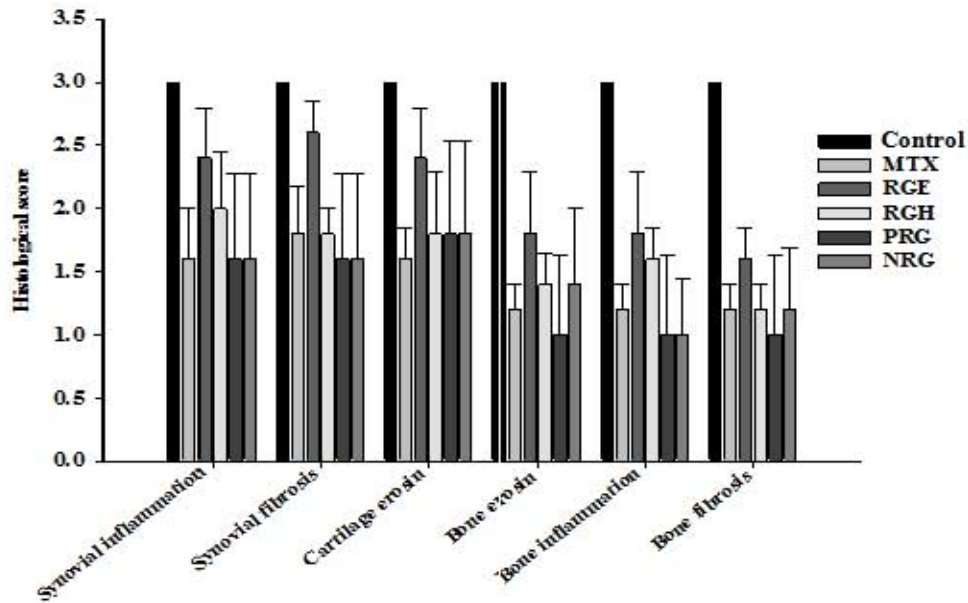


Figure 66. Effects of red ginseng hydrolyzate and nanopowdered red ginseng on histological scores in DBA/1J mice immunized with type II collagen.

(마) 비장지수

비장지수는 자가면역 질환이 면역체계를 활성을 자극하여 비대해지게 되는데 비장을 몸무게의 비로 나타낸 결과는 Figure 67 과 같다. 비장지수는 대조군에서 가장 높았으나 홍삼루어그름의 경우 유의적으로 대조군에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$)

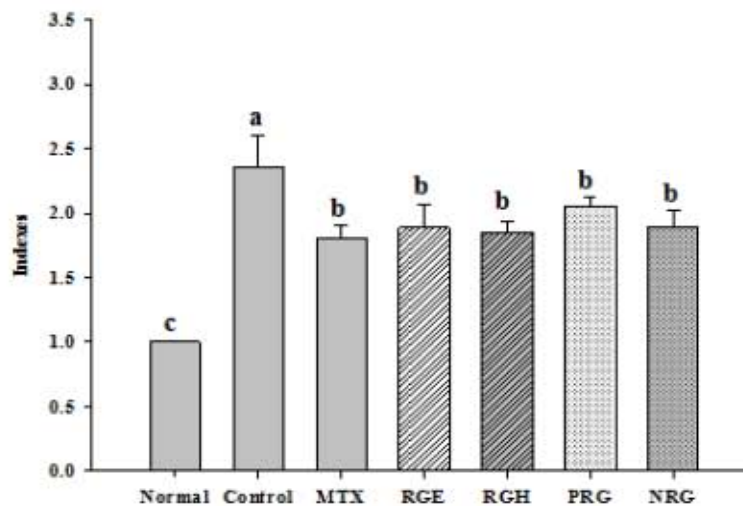


Figure 67. Effects of RGE, RGH, NRG and PRG on Spleen indexes DBA/1J mice immunized with type II collagen

(2) 라이코펜 추출물 분말 첨가 Appenzeller cheese의 혈중 콜레스테롤 저하에 관한 동물실험

(가) 체중 측정

실험동물의 체중 증가량 측정한 결과는 Table 56 과 같다. control 이 가장 낮은 체중을 나타냈고 control cheese 가 가장 높은 체중을 나타낸 것을 확인하였다. 라이코펜 분말 첨가 치즈를 먹인 쥐의 체중이 control cheese 보다 낮은 것은 긍정적인 결과로 사료된다.

Table 56. Effect of powdered microcapsules tomato extracts-supplemented Appenzeller cheese1)diets on the changes in body weight of mice for second rats experiment

Concentration (%)	2	4	6	8
Control ²⁾	25.13±0.49 ^{a4)}	26.61±0.63 ^a	27.50±0.31 ^a	28.91±0.56 ^a
Control cheese ³⁾	25.00±0.75 ^{ab}	27.90±1.31 ^a	29.76±0.31 ^a	31.15±0.50 ^a
1	24.05±1.24 ^b	26.92±1.21 ^{ab}	28.45±0.46 ^b	29.48±0.51 ^{bc}
2	23.93±0.78 ^b	27.11±0.71 ^{ab}	27.96±0.74 ^{bc}	29.31±0.44 ^{bc}
3	24.65±0.76 ^{ab}	27.01±0.64 ^{ab}	28.43±0.89 ^b	29.38±0.39 ^{bc}
4	24.01±0.55 ^b	27.01±0.52 ^{ab}	28.31±0.49 ^b	29.55±0.44 ^b

1) Different concentration of powdered microcapsules of tomato extracts-added Appenzeller cheese (1, 2, 3 and 4%) +AIN-76A diets.

2) Control: AIN-76A diets

3) Control cheese: Appenzeller cheese ripened at 14°C for 6 months

4) Data values were expressed as means ±SD (n=6). Means within a column with different letters are significantly different at p<0.05

(나) 혈중 콜레스테롤 측정

토마토 추출물 미세캡슐 분말을 섭취한 마우스의 혈중 콜레스테롤 농도의 변화를 Table 2에 나타내었다. 정상 대조군의 혈중 콜레스테롤 함량은 76.35 mg/dL로 측정되었고, 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가하지 않은 치즈의 혈중 콜레스테롤은 103 mg/dL로 측정되었다. 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 혈중 콜레스테롤은 분말의 농도가 많아질수록 더 높은 콜레스테롤 함량을 나타내었다. 하지만 혈중 HDL 콜레스테롤도 함께 증가하였으며 혈중 LDL 콜레스테롤 함량은 감소한 것으로 보아 혈중 콜레스테롤 수치에 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 추측된다.

(다) 간과 신장에서 콜레스테롤 측정

Table 57. Effect of experimental cheese1)diets on the change of lipid content in serum totalcholesterol, high density lipoprotein cholesterol, low density lipoprotein cholesterol, and triglyceride in rats for 8 weeks

Concentration (%)	Serum total cholesterol (mg/dL)	Serum HDL cholesterol (mg/dL)	Serum LDL cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)
Control ²⁾	76.35±0.97 ^{4a)}	48.16±1.25 ²	12.18±1.13 ^b	80.05±0.12 ²
Control cheese ³⁾	103.00±6.80 ^a	51.51±4.71 ^e	29.49±0.48 ^a	110.00±0.82 ^a
1.0	81.36±0.92 ^e	52.61±1.40 ^d	10.68±1.83 ^b	90.34±1.83 ^e
2.0	82.46±1.00 ^d	53.78±0.95 ^c	10.03±1.93 ^{bc}	93.25±1.46 ^d
3.0	86.31±2.41 ^c	56.81±0.79 ^b	10.00±2.88 ^{bc}	97.50±0.98 ^c
4.0	89.42±0.73 ^b	59.80±1.57 ^a	9.82±0.88 ^c	99.00±0.75 ^b

1) Different concentration of powdered microcapsules of tomato extracts-added Appenzeller cheese (1, 2, 3 and 4%) + AIN-76A diets.

2) Control: AIN-76A diets

3) Control cheese: Appenzeller cheese ripened at 14°C for 6 months

4) Data values were expressed as means±SD (n=6). Means within a column with different letters are significantly different at p<0.05

토마토 추출물 미세캡슐 분말을 섭취한 마우스의 간과 신장에서 콜레스테롤 농도의 변화를 Table 58 에 나타내었다. 정상 대조군의 간에서의 콜레스테롤 함량은 11.50 mg/dL로 측정되었고, 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가하지 않은 치즈의 간에서의 콜레스테롤 함량은 12.00 mg/dL로 측정되었다. 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 간에서의 콜레스테롤은 분말의 농도가 많아질수록 더 높은 콜레스테롤 함량을 나타내었으며 중성지방도 같은 경향을 보였다. 정상 대조군의 신장에서의 콜레스테롤 함량은 12.00 mg/dL로 측정되었고, 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가하지 않은 치즈의 신장에서의 콜레스테롤 함량은 13.50 mg/dL로 측정되었다. 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 신장에서의 콜레스테롤은 분말의 농도가 많아질수록 더 높은 콜레스테롤 함량을 나타내었으며 중성지방도 같은 경향을 보였다.

Table 58. Effect of experimental cheese¹⁾ diets on change of liver and kidney lipid total cholesterol and triglyceride in rats for 8 weeks

Concentration (%)	Liver		Kidney	
	Total cholesterol (mg/g)	Triglyceride (mg/g)	Total cholesterol (mg/g)	Triglyceride (mg/g)
Control ²⁾	11.50±1.75 ^{d4)}	32.00±1.63 ^{bc}	12.00±0.81 ^b	32.52±1.55 ^{bc}
Control cheese ³⁾	12.00±1.15 ^{dc}	28.25±4.50 ^c	13.50±3.87 ^b	30.65±0.76 ^c
1.0	12.75±0.50 ^{bcd}	34.00±0.82 ^{ab}	12.25±0.50 ^b	32.67±2.78 ^{bc}
2.0	13.50±0.57 ^{abc}	36.25±0.97 ^a	13.00±0.81 ^b	34.22±2.08 ^{bc}
3.0	14.25±1.50 ^{ab}	36.50±1.29 ^a	14.25±0.50 ^b	36.77±3.18 ^b
4.0	15.00±0.00 ^a	38.25±4.03 ^a	17.00±0.82 ^a	42.37±4.12 ^a

1) Different concentration of powdered microcapsules of tomato extracts-added Appenzeller cheese (1, 2, 3 and 4%) + AIN-76A diets.

2) Control: AIN-76A diets

3) Control cheese: Appenzeller cheese ripened at 14°C for 6 months

4) Data values were expressed as means±SD (n=6). Means within a column with different letters are significantly different at p<0.05

3. 제 3차년도(2013)

가. 기능성 소재 생산기술 개발

(1) 효소홍삼 표준규격 설정

(가) 1차 공정도 설계 공정 효율성 분석 결과

Table 59 와 같이 1차 설계 공정으로 제조한 효소홍삼농축액 내 지표성분 함량을 자체규격과 비교하여볼 때 Rg₁, Rb₁, 그리고 Rg₃ 함량의 합을 제외한 나머지 함량들은 모두 미달로 나와 1차 설계 공정이 우수한 품질의 효소홍삼 제품을 제조하기에 미흡한 부분이 있음을 알 수 있었다. 특히 CK, F₂의 함량을 증대시킬 수 있도록 공정의 개선이 필요하였다.

Table 59. Contents of target ginsenosides in enzymatically modified ginseng produced by 1st version process (mg/g)

샘플명 지표성분명	효소홍삼농축액	비 고 (규격)
Rg ₁ +Rb ₁ +Rg ₃	32.9	≥30
CK+F ₂	6.9	≥10
Rg ₂ +Rh ₁	3.9	≥4
총 진세노사이드	179.8	≥200

(나) 2차 설계공정 효율성 분석 결과

그 결과는 Table 60 과 같다.

Table 60. Contents of target ginsenosides in enzymatically modified ginseng produced by 2nd version process (mg/g)

샘플명 지표성분명	효소홍삼농축액	비 고 (규격)
Rg ₁ +Rb ₁ +Rg ₃	49.1	≥30
CK+F ₂	11.2	≥10
Rg ₂ +Rh ₁	12.9	≥4
Total Ginsenoside	230.2	≥200

2차 설계 공정으로 제조한 효소홍삼농축액 내 지표성분 함량을 본 연구에서 정한 표준규격과 비교하여볼 때 모든 지표성분이 규격을 충족하였다. 그러므로 1차 설계 공정의 개선 방향 설정이 성공적임을 확인할 수 있었다. 한편 2차 설계 시 공정이 1단계(1차 효소 전환 단계) 더 늘어났는데 이는 기존 공정에 비해 생산 비용을 높이는 효과를 불러올 수 있다. 그러므로 공정 단계 추가가 생산 비용 상승률 대비 제품 가치 상승률을 높이는 데에 기여하는지 알아보기 위하여 1차 효소 전환 단계의 목적인 'Rd의 CK, F₂ 로의 전환'이 잘 이루어지는지 확인하여 보

았다. 확인 방법은 1차 효소 전환 단계에서 2차 효소 전환 단계로 넘어갈 때 홍삼농축액의 Rd 및 CK, F₂ 함량의 변화율을 산출하는 것으로 정하였다. 확인 결과는 Table 61 과 같다.

Table 61. Change of contents of Rd, CK, F₂ by applying enzymatic treatment process

성분명	1차 효소 전환 후 샘플 내 성분 함량(mg/g)	2차 효소 전환 후 샘플 내 성분 함량(mg/g)	단계별 성분 함량 변화율(%)
Rd	48.75	44.45	-8.8
CK+F ₂	2.2	11.2	409

1차 효소 전환 직후의 홍삼농축액 내 Rd의 함량은 48.75 mg/g, 2차 효소 전환 직후의 홍삼농축액 내 Rd의 함량은 44.45 mg/g으로 공정 단계가 넘어가면서 Rd의 함량은 8.8% 감소하였다. 반면 CK와 F₂ 함량의 합은 1차에서 2차 효소 전환 단계로 넘어가면서 409%(약 4배)나 증가하여 Rd의 감소율(CK, F₂로의 전환율과 동일할 것이라 가정하였음.)과 유사하지 않았다. 즉, 본 실험에서 Rd가 CK 또는 F₂로 전환을 많이 하지 않았음을 알 수 있었고 CK와 F₂ 함량의 합은 이와 상관없이 규격을 충족시키므로 1차 효소 전환 단계가 규격에 맞는 효소홍삼액을 제조하기 위해 필수적인 단계가 아님을 확인할 수 있었다.

그러므로 최종적으로 2차 설계 공정에서 1차 효소 전환 단계를 생략한 공정(Fig. 68)으로 효소홍삼 농축분말의 pilot scale 생산을 진행하는 것으로 결정하였다.

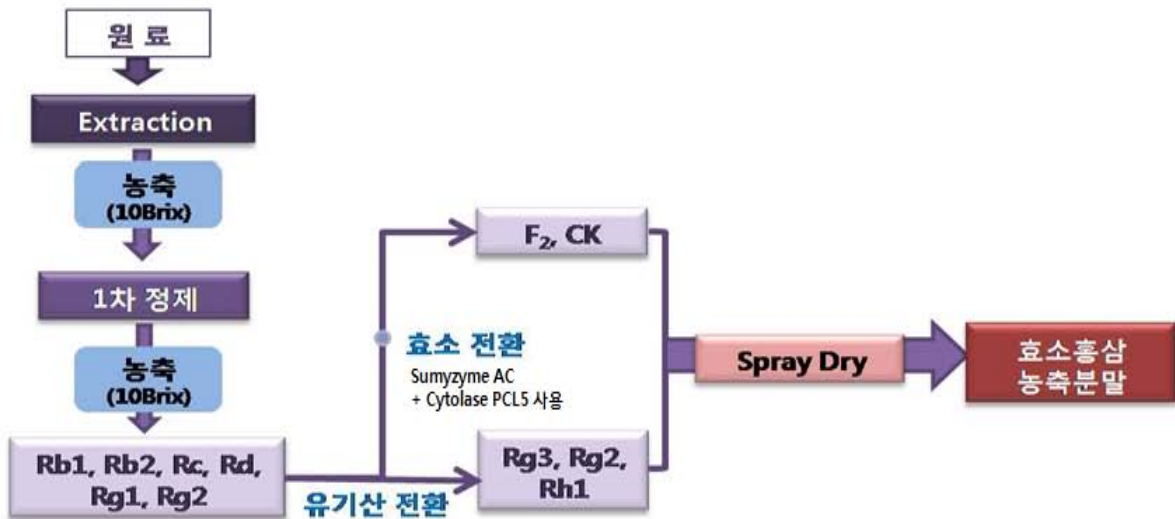


Figure 68. Manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder (3rd version)(Application at plant scale)

(2) 효소홍삼농축분말의 대량생산(Plant scale)

(가) 대량생산(Plant scale)된 효소홍삼농축액 제품 수율 및 품질평가 결과

첫 번째로 수율은 초기 원료 투입량(홍삼절편 100kg) 대비 공정별 산물의 생산량의 고형분 중량(kg)의 비율(%)로 계산을 하였다. 그 결과는 아래 Table 62 와 같다.

Table 62. Yields of products per manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder

공정명		수율(%)		공정전환 시 Loss율(%)
1차 추출	추출 전액	27.1	38.2	-
2차 추출		6.8		
3차 추출		4.3		
추출 농축액		37.9		0.3
정제 농축액		26.6		11.3
유기산 전환 전 농축액		13.3		-
효소 전환 전 농축액		13.3		-
유기산 전환액 (구연산 6.6kg 함유)		7.3		6.0
효소 전환액 (구연산 0.3kg 함유)		8.1		5.2
분말화 이전 효소홍삼농축액 (구연산 6.9kg 함유)		15.4		-
비 고 (자체표준규격)		10 이상		-

주관연구기관에서는 자체적으로 수율 규격을 10% 이상으로 정하고 이 이상의 제품을 만들고자 연구를 진행하였다. 본 연구에서 분말화 이전의 최종 산물인 효소홍삼농축액은 pH 보정용으로 투입했던 구연산 6.9kg를 제외한 고형분으로 환산하여 보았을 때 수율이 15.4%이므로 자체 규격을 충족하였다. 공정 전환 시 Loss율을 확인해보았을 때 추출 농축액을 정제하고 농축하는 과정에서 Loss율이 가장 큰 것을 알 수 있었다.

두 번째로 공정별 산물에 포함되어 있는 (규격을 정한) 지표성분 진세노사이드 7종의 함량을 분석하여 이를 통해 공정단계 별 품질변화를 평가하여 보았다. 결과는 하기 Table 63 과 같다.

Table 63. Ginsenoside contents in products per manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder (mg/g)

공정명	Ginsenoside 종류						
	Rg ₁	Rb ₁	Rg ₃	Rg ₂	Rh ₁	F ₂	CK
추출 후 여과&농축	2.3	9.6	0	1.3	0	0.6	0.3
정제&농축	21.1	84.1	4.0	16.6	2.7	8.9	4.9
유기산 전환	0	0	11.3	2.9	0.7	8.9	2.3
효소 전환	2.1	15.7	7.4	12.8	4.6	7.6	6.5
유기산 전환 + 효소 전환	1.5	13.9	20.5	14.2	4.1	16.8	8.2
비 고 (자체 표준규격)	30 이상		4 이상		10 이상		

Table 63의 결과를 살펴보면, 추출 후 여과&농축한 액을 정제하였을 때 진세노사이드가 전반적으로 농축되어 함량이 높아짐을 알 수 있었다. 그리고 정제&농축한 액(이하 정제액)을 각각 1/2로 나누어 유기산 또는 효소 전환 공정을 거쳤을 때 유기산 전환액에서는 고분자 진세노사이드인 Rg₁과 Rb₁이 다 분해되고 Rg₃와 F₂의 함량이 많이 높아진 상태였다. 효소 전환액에서는 대부분의 저분자 진세노사이드(Rg₃, Rg₂, Rh₁, F₂, CK)의 함량이 높았다. 이로 미루어 볼 때 유기산과 효소 처리가 고분자 진세노사이드를 저분자 진세노사이드로 분해시키는 데 효과적이었음을 알 수 있었다. 한편 정제액 내 높았던 Rg₁과 Rb₁의 함량이 이후의 공정을 거치면서 많이 낮아짐을 확인할 수 있었는데, 이 이유는 본 실험에서 7종의 진세노사이드만을 분석하였기 때문에 Rg₁, Rb₁의 다양한 분해 경로(실제로 저분자 진세노사이드 종류는 수십가지가 됨.)를 다 보여주지 못하고 Rg₃, Rg₂, Rh₁, F₂, CK로 분해된 결과만을 나타내기 때문으로 사료된다. 결과적으로 본 대량생산에서 제조한 효소홍삼농축액의 진세노사이드 함량은 Rg₁ + Rb₁ + Rg₃는 35.9 mg/g, Rg₂ + Rh₁은 18.3 mg/g, F₂ + CK는 25 mg/g으로 모두 자체 표준규격을 충족시켜 만족스러운 품질의 효소홍삼분말을 얻을 수 있었다.

(나) 효소홍삼농축액의 분말화 작업 결과

본 생산에서 분말화장치인 Spray dryer에 주입되는 효소홍삼농축액의 농도는 13Brix정도였다. 1차 분말화 시도 결과 농축액은 Spray dryer 본체에서 건조가 완전히 되지 못하고 낙하하여 해쇄기 부분에 끈적한 덩어리 형태로 달라붙어 있었다. (Fig. 69 참고)

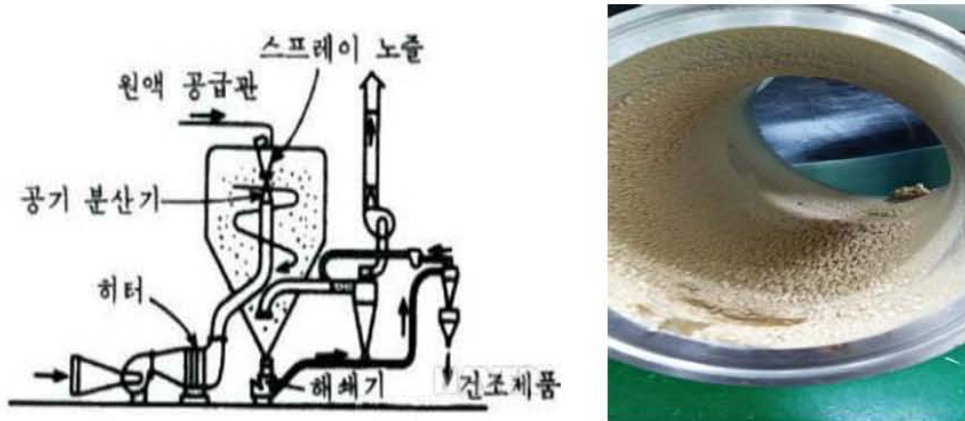


Figure 69. Picture of spray dryer(left) and non-dried enzymatically modified ginseng concentrate stuck in a part of spray dryer (right)

주관연구기관에서는 (주)아미코젠과 함께 이의 원인을 파악하여 해결하고자 하였다. 처음에는 분말화공정의 초기 조건이 효소홍삼농축액의 특성과 맞지 않을 것이라는 전제하에 분말화 조건을 일부 변경(효소홍삼농축액 농도 낮춤, Spray dryer 내 disc 회전속도 높임, 또는 원액공급관 온도 높임)하여 테스트하여 보았다. 그러나 이러한 시도로는 분말화가 되지 않는 문제점을 개선할 수 없었다.

참여 연구진들은 분말화되지 않고 해쇄기에 붙어 있던 효소홍삼농축액의 침상과 분말화 이전의 총 공정단계 조건을 검사해 본 결과 효소홍삼농축액의 고형분 중 25% 가량이 구연산으로 이루어져 있다는 사실을 발견했고, 구연산의 녹는점은 약 153℃이므로 분말화 가능한 온도 조건(원액공급관 부분)인 180~185℃에서 녹아 효소홍삼농축액의 건조를 방해함을 알 수 있었다. 그리하여 효소홍삼농축액 내 구연산을 제거할 수 있는 방법을 모색하다가 분말화 이전 단계에 정제 공정을 한 단계 더 추가하기로 결정하였다. 분말화 이전의 정제과정(2차 정제과정)이 구연산 제거에 효과가 있는지 확인하기 위하여 제 1 세무기관 연구실(동원식품과 학연구원)에서 간이실험을 실시하였다. 2차 정제공정의 조건은 Table 64 와 같이 설정하였다. 이는 1차 정제과정(추출 후의 단계)의 조건보다 간소화되어 있다.

Table 64. Condition of 2nd purification process for removal of citric acid in enzymatically modified ginseng concentrate (Lab scale test)

공정명	단 계	세부 실험 과정	사용 설비
2차 정제	HP-20 resin 팅싱화	에탄올 95% 300mL	
	농축액(13Brix) Loading	260mL Loading	
	세척 단계	중류수 300mL	
	용리 단계	EtOH95% 1200mL	

상기 방법대로 실험 후 정제 전의 효소홍삼농축액과 정제된 농축액의 pH를 비교해 본 결과, 하기 Fig. 70 과 같이 정제 후의 농축액 pH가 정제 전보다 49% 상승하여 구연산 제거의 효과를 보였다.



Figure 70. Change of pH of enzymatically modified ginseng concentrate by applying purification process

2차 정제를 거쳐 구연산이 제거된 효소홍삼농축액이 분말화 가능한지 확인하기 위하여 ㈜아미코젠이 보유하고 있는 실험실용 Spray dryer로 분말화 조건을 설정 후 테스트 해본 결과 분말화가 Fig. 71 과 같이 성공적으로 이루어졌다.



Figure 71. Picture of enzymatically modified ginseng concentrate powder as a product at lab scale test

그리하여 2차 정제공정까지 추가하여 최종 확립된 대량생산 공정 순서도와 공정별 조건은 Fig. 72 와 같다.

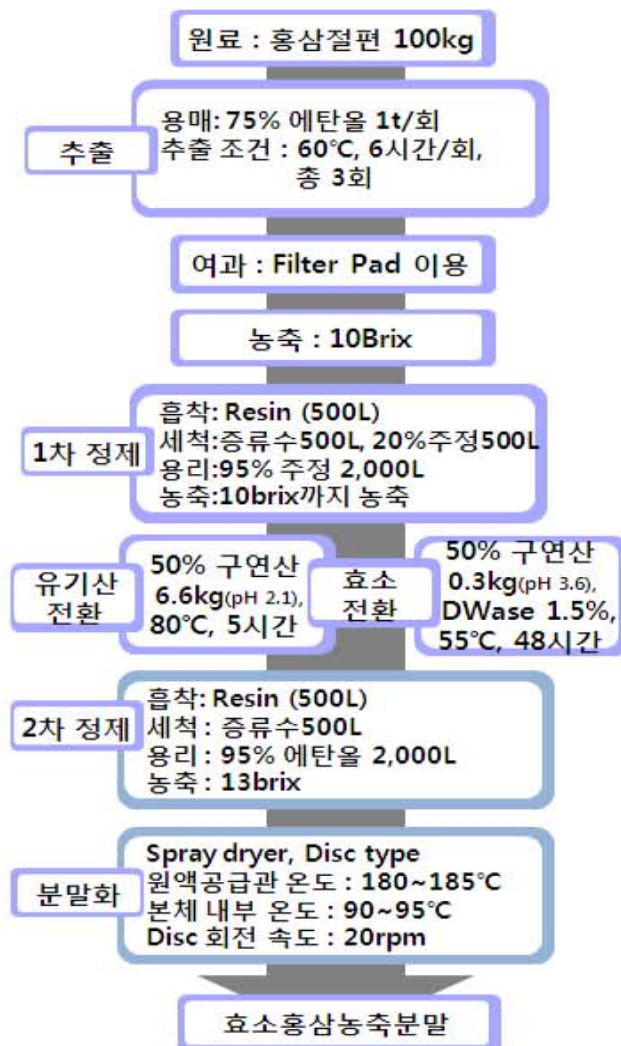


Figure 72. Manufacturing process of enzymatically modified ginseng concentrate powder (Final version)(Application at plant scale for mass production)

본 연구의 최종 제품인 효소홍삼농축분말의 수율 및 품질평가는 이전과 동일한 방법으로 실시 하였으며, 이의 결과는 다음 Table 65와 같다.

Table 65. Comparison of yields and target ginsenosides in enzymatically modified ginseng concentrate and its powder

공정명	수율 (%)	Rg ₁ + Rb ₁ + Rg ₃ (mg/g)	Rg ₂ + Rh ₁ (mg/g)	F ₂ + CK (mg/g)	Total ginsenoside (mg/g)
분말화 이전 효소홍삼농축액 (구연산 49% 제거 → 3.25kg 함유)	13.2	37.9	18.3	22.8	733.5
효소홍삼농축분말	11.7	42.4	20.1	25.1	821.5
비 고 (자체표준규격)	10 이상	30 이상	4 이상	10 이상	200 이상

첫 번째로 수율은 분말화 이전의 효소홍삼농축액(2차 정제됨.)은 13.2%, 효소홍삼농축분말은 11.7%로 자체표준규격을 충족하였다. 두 번째로 지표 진세노사이드 성분들 또한 효소홍삼농축분말에서 총 진세노사이드 함량 821.5mg/g, Rg₁ + Rb₁ + Rg₃ 함량 42.4mg/g, Rg₂ + Rh₁ 함량 20.1mg/g, 그리고 F₂ + CK 함량이 25.1%가 나와 모두 자체표준규격을 충족하였다.

본 연구 결과 수율 10% 이상, 총 진세노사이드 함량 200mg/g 이상, Rg₁ + Rb₁ + Rg₃ 함량 30mg/g 이상, Rg₂ + Rh₁ 함량 4mg/g 이상, 그리고 F₂ + CK 함량이 10mg/g 이상인 생산성과 기능성 모두 우수한 효소홍삼농축분말 제조공정을 개발 완료하였다.

(3) 미강으로부터 생리활성 소재 생산기술 개발

(가) 실험결과

① SPD 증류조건에 따른 생리활성 농축함량 변화하기 Table 66에서 보는 바와 같이 미강 오일 자체는 γ -oryzanol의 함량이 1558.02 mg/100g, policosanol은 384.76mg/100g, pytosterol은 2143.11mg/100g으로 나타났으며 진공도가 올라갈수록, 온도가 증가할수록 기능성물질의 농축율은 증가하였다, 고분자의 기능성물질은 고온에서 열분해 되지 않고 안정하다는 것을 알 수 있었다. 특히 γ -oryzanol은 12,110mg/100g에서 최대 31,054mg/100g까지 농축되어 농축 효율이 우수하였으며 pytosterol의 경우도 6,896mg/100g에서 15,343mg/100g까지 농축되어 농축되는 진공 및 고온 조건에서 매우 안정하였다.

Table 66. Contents of target functional substances in rice bran oil extract

Pressure (mbar)	Temp (°C)	γ -oryzanol (mg/100g)		Policosanol (mg/100g)		Pytosterol (mg/100g)	
		mean	std	mean	std	mean	std
미강오일	control	1558.02	-	384.76	-	2143.11	-
0.01	120	13245	212.5	787	4.2	9432	77.8

	140	17564	334.5	1389	10.1	14888	54.2
	160	25646	129.8	270	18.6	15233	9.1
0.1	140	13898	424.6	1091	48.2	7865	177.9
	180	22364	575.0	1765	61.4	12110	35.6
	220	31054	653.8	367	52.3	15001	74.5
1.0	160	12110	15.9	1063	17.8	6896	227.6
	200	14653	198	2111	55.6	13245	111.2
	240	29765	424.7	590	34.7	15343	39.9

Table 67. Test for optimization SPD condition in order to improve concentration efficiency of functional substances in rice bran oil

Pressure (mbar)	Temp (°C)	γ -oryzanol 농축배수	Policosanols 농축배수	Pytosterol 농축배수
0.01	120	8.5	2.1	4.4
	140	9.1	4.8	9.3
	160	17.2	0.9	11.1
0.1	140	5.2	2.5	3.7
	180	8.8	5.4	8.8
	220	20.4	1.3	11.0
1.0	160	4.9	2.4	3.4
	200	9.1	6.1	9.1
	240	18.2	1.5	11.5

상기의 Table 67에서 볼 수 있듯이 각 생리활성 물질은 각각 최대 농축하는데 필요한 진공도와 온도가 상이했다. γ -oryzanol은 진공도 0.1Torr 온도 220°C에서 20.4배의 농축율을 보였으며 policosanols의 경우는 1.0Torr, 200°C, pytosterol은 1.0Torr, 240°C에서 최대 농축율을 나타내었다. 이는 각 생리활성 물질의 분자량 및 boiling point(BP)의 차이에서 기인하는 것으로 사료되며 SPD 종류의 특성상 분자량의 크기가 클수록 고온의 환경이 필요한 것으로 나타났다.

기능성 치즈의 경우 한 가지 성분들을 첨가하여 기능성을 강조하고 있는데 미강 농축물은 한가지의 기능성 성분이 아닌 γ -oryzanol, Policosanols, Pytosterol 등의 항산화물질이 분포 함유되어 있으며 이외에도 tocopherol과 스쿠알렌 등의 물질도 함유되어 있어 치즈의 기능성을 향상시키는데 유용한 소재가 될 것으로 기대되었다.

(4) Red 팜유로부터 생리활성 소재 생산기술 개발

(가) 실험결과

Table 68. Contents of target functional substances in red palm oil extract

Pressure (mbar)	Temp (°C)	Tocotrienols (mg/100g)		β-carotene (mg/100g)	
		mean	std	mean	std
red palm oil	control	114.9	-	18.42	-
0.01	120	884.2	43.2	75.8	2.6
	140	632.5	29.8	91.2	4.5
	160	364.3	27.3	47.6	1.9
0.1	140	911.3	66.8	98.8	5.8
	180	805.3	10.4	125.2	4.2
	220	683.2	8.8	55.7	2.2
1.0	160	989.2	44.6	110.7	8.8
	200	778.6	21.8	75.8	5.6
	240	704.3	5.9	64.2	4.2

Table 69. Test for optimization SPD condition in order to improve concentration efficiency of functional substances in red palm oil

Pressure (mbar)	Temp (°C)	Tocotrienols 농축배수	β-carotene 농축배수
0.01	120	7.70	5.91
	140	5.50	4.95
	160	3.17	2.58
0.1	140	7.93	7.61
	180	7.01	6.80
	220	5.95	3.02
1.0	160	8.61	7.00
	200	6.78	5.25
	240	6.13	4.83

Red palm oil 농축결과 Tocotrienols의 경우는 각 진공도에서 온도가 올라갈수록 감소하는 경향이 나타났으며 진공도에 따른 농축차이는 크지 않았다. Tocotrienols을 농축하는데 최적의 조건은 0.1torr, 180°C로 나타났으며 진공펌프의 효율이 좋지 않을 경우 1.0torr, 160°C로 농축을 하여도 함량의 변화가 크지 않아 효율적일 것으로 판단된다. Red palm oil의 핵심 성분인 β-carotene은 농축율이 최소 2.58배에서 최대 7.61배 농축이 가능했으며 기능성 소재로 활용하여도 순도가 높아 다양한 기능성 식품에 첨가하여 활용도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

나. 기능성 강화 연결 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석

(1) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Queso Blanco 치즈의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 라이코펜 함량 분석

Queso Blanco 치즈의 기능성을 향상시키기 위하여 첨가한 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 정량 분석 결과는 Figure 73 과 같다. 라이코펜 추출물 분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 첨가한 Queso Blanco 치즈의 라이코펜 함량은 각각 9.47 ± 0.35 , 19.38 ± 0.13 , 26.56 ± 0.21 , 35.68 ± 0.30 ppm 이었다. 분말의 함량이 증가할수록 비례적으로 라이코펜 함량이 증가 하는 것을 확인 할 수 있었다.

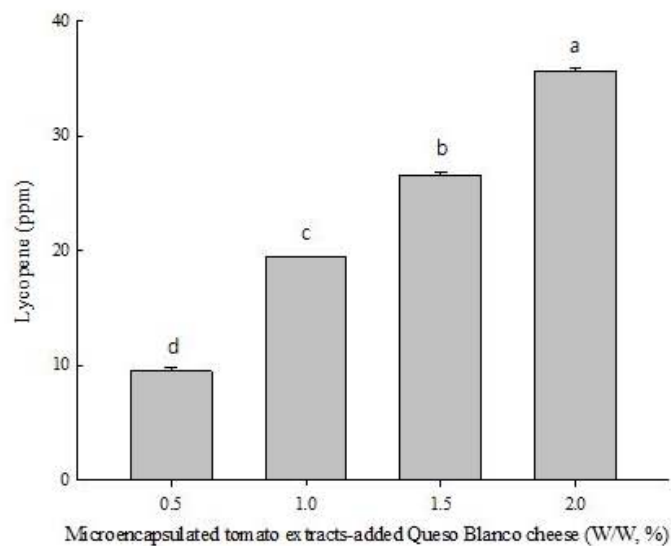


Figure 73. Quantitative analysis of lycopene for various concentrations of powdered microencapsulated tomato extract supplemented-Queso Blanco cheese.

(나) 단쇄 유리 지방산

Queso Blanco cheese (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 단쇄 유리 지방산의 변화를 관찰한 결과는 Table 70 과 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C4와 C6 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C8 은 sweaty, C10 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 저장 중의 단쇄 유리 지방산 C4, C6, C8, C10 은 Control 과 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 치즈 시료 모두 저장 기간 동안 증가하는 결과를 나타내었다. 단쇄 유리 지방산 C4, C6, C8, C10과 전체적인 단쇄 유리 지방산 결과 모두 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가하는 것과는 거의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 이는 치즈에 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가 하는 것이 지방산 생성의 변화에는 거의 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

Table 70. Production of short-chain fatty acid (SCFA) of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Queso Blanco cheese during storage at 7°C for 60 days.

(다) 색도

Queso Blanco cheese (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정 한 결과는 Table 71 과 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 Control 보다 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가군이 낮았으며, 함량이 높아질수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 또한 저장이 진행될수록 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 Control 보다 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가군이 높았다. 또한 저장이 진행 될수록 약간 증가하는 경향을 관찰 할 수 있었다. 황색도를 나타내는 b값의 경우 Control 보다 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가군이 더 높았으며, 더 많은 양의 분말을 첨가할수록 더 높은 b값을 나타내었다. 저장 초기에 차이는 b값의

변화가 있었으나 저장이 진행됨에 따라 유의적 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 이는 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 자체의 색이 Control 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되며, 첨가하는 분말의 양이 치즈의 품질에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 71. Changes in color of Queso Blanco cheese supplemented with powdered microencapsulated tomato extracts during storage at 7°C for 60 days.



(라) 물성 검사

Queso Blanco cheese (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 물성을 측정된 결과는 Table 72 와 같다. 치즈의 단단한 정도를 나타내는 hardness의 경우 저장이 진행됨에 따라 모든 군에서 유의적으로 증가 하였고, 또한 라이코펜 미세 캡슐 분말 함량이 높아짐에 따라 유의적으로 증가 하였다.($p < 0.05$) 입자들간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 모든 군에서 저장이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하였고($p < 0.05$), 라이코펜 미세 캡슐 분말 함량에 따라서는 유의적 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 저장이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 점착성을 나타내는 gumminess의 경우 역시 저장이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하였고, 라이코펜 미세 캡슐 분말 함량이 높아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.($p < 0.05$) 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 저장함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$).

Table 72. Texture properties of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Queso Blanco cheeses during storage at 7°C for 60 days.

(마) 관능 평가

Queso Blanco cheese (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 을 7 점법으로 비교한 관능평가 결과는 Table 73 과 같다. 평가항목은 크게 외관, 향 및 맛, 조직감으로 나타내어졌다. 토마토 추출물 미세캡슐 분말을 첨가하는 함량이 높아질수록 외관의 세부 항목인 yellowness와 향 및 맛의 세부항목인 tomato flavor의 점수는 높아졌다. 조직감의 세부 항목인 crumbliness로는 라이코펜 분말을 2.0% 첨가하면 더 많이 부서지는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 함량별로는 각 항목이 점수의 차이가 유의적으로 나타났으나 ($p < 0.05$), 저장 기간 동안은 거의 유의적으로 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있었다 ($p > 0.05$). 이는 저장 중에 관능적인 변화는 거의 없다는 것을 나타낸다.

Table 73. Sensory characteristics of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Queso Blanco cheese during storage at 7°C for 60 days.

Sensory	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage periods (days)					
		0	15	30	45	60	
Appearance	Yellowness	Control ²⁾	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
		0.5	2.71±0.49 ^{2c}	2.71±0.49 ^{2c}	2.71±0.49 ^{2c}	2.86±0.38 ^{2a}	3.14±1.07 ^{2a}
		1.0	3.00±0.82 ^{2c}	3.14±0.90 ^{2bc}	3.43±0.53 ^{2bc}	3.86±0.38 ^{2ab}	4.29±0.49 ^{2c}
		1.5	4.71±0.49 ^{2b}	5.00±0.58 ^{2ab}	5.29±0.76 ^{2ab}	5.57±0.79 ^{2a}	5.57±0.53 ^{2a}
		2.0	5.86±0.90 ^{2b}	6.29±0.95 ^{2ab}	6.29±0.49 ^{2ab}	6.43±0.53 ^{2ab}	6.86±0.38 ^{2a}
	Smoothness	Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
		0.5	1.00±0.00 ^{2a}	1.29±0.49 ^{2bc}	1.43±0.53 ^{2bc}	1.74±0.49 ^{2bc}	2.00±0.58 ^{2a}
		1.0	1.29±0.49 ^{2bc}	1.57±0.79 ^{2bc}	1.86±0.38 ^{2bc}	2.00±0.58 ^{2a}	2.00±0.00 ^{2a}
		1.5	1.86±0.69 ^{2bc}	1.86±0.69 ^{2bc}	2.14±0.69 ^{2bc}	2.29±0.76 ^{2bc}	2.43±0.53 ^{2bc}
		2.0	3.00±0.82 ^{2a}	2.43±0.98 ^{2a}	2.43±0.98 ^{2a}	2.86±1.21 ^{2a}	3.00±1.41 ^{2a}
Flavor & Taste	Astringency	Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
		0.5	1.00±0.00 ^{2a}	1.14±0.38 ^{2bc}	1.29±0.49 ^{2bc}	1.43±0.69 ^{2bc}	1.57±0.53 ^{2bc}
		1.0	1.29±0.49 ^{2bc}	1.57±0.79 ^{2bc}	1.71±0.49 ^{2bc}	1.86±0.69 ^{2bc}	2.00±0.82 ^{2bc}
		1.5	1.43±0.53 ^{2bc}	1.57±0.53 ^{2bc}	2.00±0.58 ^{2bc}	2.57±0.79 ^{2bc}	2.71±0.95 ^{2bc}
		2.0	1.57±0.79 ^{2bc}	2.14±1.46 ^{2bc}	2.14±1.07 ^{2bc}	2.71±1.38 ^{2bc}	3.14±1.07 ^{2bc}
	Tomato	Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
		0.5	1.29±0.76 ^{2bc}	1.29±0.49 ^{2bc}	1.71±0.76 ^{2bc}	2.00±0.00 ^{2bc}	2.43±0.79 ^{2bc}
		1.0	1.71±0.76 ^{2bc}	2.00±0.82 ^{2bc}	2.57±0.79 ^{2bc}	2.86±0.38 ^{2bc}	2.43±0.53 ^{2bc}
		1.5	2.86±0.69 ^{2bc}	2.71±0.76 ^{2bc}	3.14±0.90 ^{2bc}	4.14±0.69 ^{2bc}	4.57±1.13 ^{2bc}
		2.0	3.71±0.49 ^{2bc}	3.43±0.98 ^{2bc}	3.57±1.27 ^{2bc}	4.86±1.21 ^{2bc}	5.57±1.12 ^{2bc}
	Firmness	Control	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}
		0.5	3.86±0.38 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.14±0.38 ^{2ca}	4.14±0.38 ^{2a}
		1.0	4.14±0.69 ^{2a}	4.43±0.53 ^{2a}	4.43±0.53 ^{2a}	4.57±0.53 ^{2bc}	4.71±0.76 ^{2bc}
		1.5	4.14±0.69 ^{2a}	4.57±0.79 ^{2a}	4.71±0.49 ^{2a}	4.71±0.76 ^{2bc}	4.71±0.95 ^{2bc}
		2.0	4.14±0.90 ^{2ab}	4.71±0.95 ^{2ab}	4.71±0.49 ^{2ab}	5.00±0.58 ^{2ab}	5.29±0.95 ^{2a}
Texture	Crumbliness	Control	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}
		0.5	4.00±0.00 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2bc}	4.43±0.53 ^{2bc}	4.43±0.53 ^{2bc}	4.57±0.53 ^{2bc}
		1.0	4.00±0.58 ^{2c}	4.71±0.49 ^{2bc}	5.00±0.0 ^{2ab}	5.00±0.58 ^{2ab}	5.29±0.49 ^{2a}
		1.5	4.71±0.75 ^{2bc}	5.00±0.00 ^{2bc}	5.14±0.38 ^{2bc}	5.43±0.53 ^{2bc}	5.43±0.53 ^{2bc}
		2.0	5.00±0.82 ^{2bc}	5.57±1.27 ^{2bc}	5.57±0.79 ^{2bc}	5.71±0.49 ^{2bc}	6.00±0.82 ^{2bc}

¹⁾ Microcapsules of tomato extracts added to Queso Blanco cheese

²⁾ Control-Queso Blanco cheese

³⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-d) and column (A-E) is significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(바) 일반성분 검사

Table 74. Chemical composition of Queso Blanco cheese supplemented with MTEP

(%)	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash
Con.	20.58±0.02 ^c	47.45±0.03 ^a	26.39±0.04 ^c	1.24±0.02 ^c	52.55±0.03 ^d	2.52±0.03 ^b
0.5%	20.83±0.03 ^b	47.30±0.06 ^a	26.31±0.02 ^c	1.40±0.01 ^b	52.70±0.06 ^d	2.62±0.01 ^{ab}
1.0%	20.63±0.02 ^c	46.99±0.03 ^b	26.90±0.04 ^a	1.13±0.03 ^d	53.01±0.03 ^c	2.59±0.03 ^{ab}
1.5%	21.08±0.03 ^a	46.03±0.07 ^d	26.61±0.04 ^b	1.54±0.04 ^a	53.97±0.07 ^a	2.60±0.07 ^{ab}
2.0%	20.51±0.02 ^d	46.23±0.01 ^c	26.08±0.08 ^d	1.63±0.04 ^a	53.77±0.01 ^b	2.71±0.01 ^a

(사) 지방산패도 분석결과

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 퀘소블랑코치즈의 저장중 지방산패도 분석결과는 Fig. 74 와 같다. 저장 30일차까지는 실험구간의 큰 유의적 차이는 나타나지 않았지만 저장 30일부터 60일까지는 대조구보다 MTEP을 첨가한 실험구에서 높은 지방 산패도를 나타내었다.

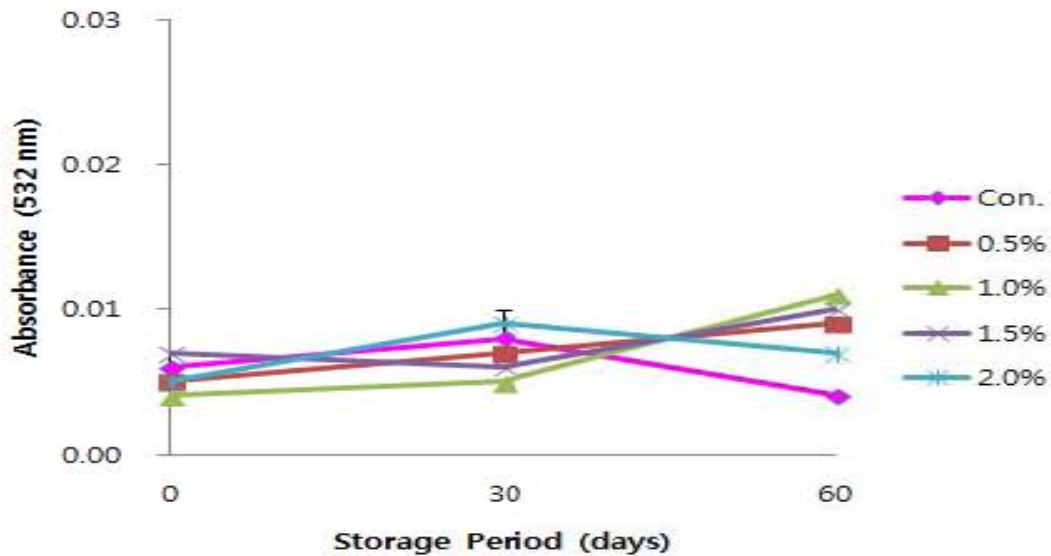


Fig. 74. Change of TBA value of the Queso blanco cheese supplemented with MTEP during ripening (n=3, p<0.05).

(아) DPPH scavenging activity 분석결과

Table 75. Change of antioxidant activity by DPPH radical scavenging of Queso blanco cheese supplemented with MTEP.

MTEP Queso blanco (%)	
Con.	31.58±1.21 ^b
0.05%	35.41±1.87 ^{ab}
0.10%	35.79±1.69 ^{ab}
0.15%	36.01±0.78 ^a
0.20%	35.00±0.64 ^{ab}

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 퀘소블랑코치즈의 항산화활성도를 알아본 결과 MTEP첨가량이 많을수록 높은 항산화활성도를 나타내어 이를 이용한 기능성치즈 개발이 가능할 것으로 사료되었다.

(2) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가 Frisch K?se의 이화학적 특성 및 관능 평가
(가) 라이코펜 함량 분석



Figure 75. Quantification of lycopene of various concentrations of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Frisch K?se

Frisch K?se의 기능성을 향상시키기 위하여 첨가한 라이코펜 추출물의 미세캡슐 분말을 정량 분석한 결과는 Figure 75 와 같다. 라이코펜 함량은 분말을 첨가한 양에 따라 유의적으로 증가하였으며 ($p < 0.05$), 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 1% 첨가한 치즈에서는 약 39.69 ppm 의 라이코펜 이 분석되었으며 4% 첨가한 치즈에서는 약 167.29 ppm 의 라이코펜이 분석되어 미세캡슐 분말의 첨가량에 비례적으로 라이코펜 함량이 증가되는 것을 확인하였다.

(나) 단쇄 유리 지방산

German Fresh 치즈 (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각 1, 2, 3, 4% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4 주간 저장 중 1 주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 단쇄 유리 지방산 양의 변화를 측정된 결과는 Table 76 과 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C4와 C6 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C8 은 sweaty, C10 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 저장이 진행되면서 라이코펜 캡슐 분말 첨가군과 control 모두 지방산 함량이 증가하는 경향이 나타났다. 라이코펜 캡슐 분말의 함량이 많을수록 유의적으로 더 많은 지방산 함량을 나타내었으나 ($p < 0.05$), 수치는 크게 차이 나지 않았으며, 단쇄 유리 지방산의 합은 control 과 라이코펜 캡슐 분말 1, 2% 첨가 치즈 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($p > 0.05$).

Table 76. Production of short-chain fatty acid (SCFA) of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Frisch K[®]se during storage at 7°C for 4 weeks

Storage period (week)	Concentration ¹⁾ (% w/w)	SCFA concentration (ppm)				
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	Total
0	Control ²⁾	4.02±0.13 ^{A3)}	2.17±0.13 ^A	1.73±0.14 ^A	2.79±0.14 ^B	10.71±0.28 ^B
	1.0	4.10±0.10 ^A	2.18±0.12 ^A	1.85±0.17 ^A	2.90±0.11 ^{AB}	11.03±0.30 ^{AB}
	2.0	4.16±0.16 ^A	2.21±0.12 ^A	1.87±0.19 ^A	2.99±0.13 ^{AB}	11.23±0.02 ^A
	3.0	4.17±0.12 ^A	2.27±0.09 ^A	1.88±0.10 ^A	3.02±0.10 ^{AB}	11.34±0.17 ^A
	4.0	4.19±0.15 ^A	2.31±0.10 ^A	1.86±0.04 ^A	3.10±0.15 ^A	11.46±0.36 ^A
1	Control	4.07±0.12 ^A	2.17±0.11 ^A	1.80±0.05 ^A	2.83±0.23 ^A	10.87±0.51 ^B
	1.0	4.12±0.07 ^A	2.20±0.11 ^A	1.89±0.09 ^A	2.96±0.12 ^A	11.17±0.01 ^{AB}
	2.0	4.16±0.11 ^A	2.25±0.08 ^A	1.92±0.11 ^A	3.07±0.10 ^A	11.40±0.39 ^{AB}
	3.0	4.20±0.15 ^A	2.28±0.13 ^A	1.99±0.09 ^A	3.12±0.17 ^A	11.59±0.11 ^{AB}
	4.0	4.23±0.13 ^A	2.31±0.13 ^A	1.95±0.07 ^A	3.21±0.10 ^A	11.70±0.62 ^A
2	Control	4.11±0.11 ^B	2.18±0.12 ^A	1.84±0.10 ^B	3.00±0.15 ^{AB}	11.13±0.48 ^C
	1.0	4.26±0.13 ^{AB}	2.27±0.11 ^A	1.89±0.11 ^{AB}	3.15±0.10 ^{AB}	11.57±0.23 ^{BC}
	2.0	4.33±0.12 ^{AB}	2.30±0.05 ^A	1.98±0.12 ^{AB}	3.17±0.15 ^{AB}	11.78±0.44 ^{AB}
	3.0	4.35±0.15 ^{AB}	2.31±0.12 ^A	2.05±0.11 ^{AB}	3.20±0.09 ^{AB}	11.91±0.01 ^{AB}
	4.0	4.42±0.21 ^A	2.38±0.10 ^A	2.07±0.13 ^A	3.36±0.13 ^A	12.23±0.32 ^A
3	Control	4.26±0.13 ^A	2.19±0.05 ^A	1.94±0.12 ^B	3.04±0.09 ^C	11.43±0.39 ^B
	1.0	4.31±0.20 ^A	2.28±0.13 ^A	2.20±0.10 ^A	3.38±0.13 ^B	12.17±0.56 ^{AB}
	2.0	4.33±0.22 ^A	2.30±0.10 ^A	2.20±0.11 ^A	3.79±0.17 ^A	12.62±0.60 ^A
	3.0	4.39±0.15 ^A	2.33±0.13 ^A	2.28±0.12 ^A	3.82±0.12 ^A	12.82±0.28 ^A
	4.0	4.43±0.17 ^A	2.38±0.11 ^A	2.30±0.10 ^A	3.98±0.18 ^A	13.09±0.61 ^A
4	Control	4.50±0.20 ^B	2.21±0.11 ^A	2.19±0.13 ^B	3.22±0.12 ^C	12.12±0.56 ^C
	1.0	4.55±0.15 ^{AB}	2.28±0.13 ^A	2.30±0.12 ^{AB}	3.55±0.15 ^B	12.68±0.55 ^{BC}
	2.0	4.57±0.12 ^{AB}	2.33±0.13 ^A	2.41±0.11 ^{AB}	3.81±0.11 ^A	13.12±0.57 ^{BC}
	3.0	4.82±0.12 ^{AB}	2.34±0.12 ^A	2.58±0.14 ^A	3.83±0.13 ^A	13.57±0.61 ^{AB}
	4.0	4.89±0.11 ^A	2.90±0.95 ^A	2.59±0.20 ^A	3.99±0.19 ^A	14.37±0.77 ^A

¹⁾ Powdered microcapsules of tomato extracts -added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ±SD (n=3). Means with different superscripts in a column (A-D) is significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(C₄:Butyric acid, C₆:Caproic acid, C₈:Caprylic acid, C₁₀:Capric acid)

(다) 색도

German Fresh 치즈 (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각 1, 2, 3, 4% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4 주간 저장 중 1 주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정된 결과는 Table 77 과 같다. 명도를 나타내는 L 값, 적색도를 나타내는 a 값, 황색도를 나타내는 b 값 모두 control 과 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가군이 유의적인 차이를 나타내었다 (p<0.05). L 값은 라이코펜 이 분말 이 첨가될수록 낮은 값을 나타낸 반면에, a 값과 b 값은 라이코펜 이 첨가될수록 높은 값을 나타냈다. 특히 b 값은 0 주 저장했을 때 control 은 8.37, 라이코펜 분말을 4% 첨가한 치즈는 43.03으로 분말을 첨가함에 따라 매우 높은 황색도를 보였다. 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 자체의 색이 치즈의 색에 많은 영향을 미치는 것으로 보아, 치즈의 품질에는 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Table 77. Changes in color of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Frisch K[®]se during storage at 7°C for 4 weeks

Color value	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage period (week)				
		0	1	2	3	4
L	Control ²⁾	89.54±0.20 ^{Aa3)}	90.10±0.14 ^{Ad}	90.37±0.09 ^{Ac}	90.53±0.09 ^{Ab}	91.88±0.18 ^{Aa}
	1.0	84.35±0.15 ^{Bd}	84.54±0.18 ^{Bc}	84.57±0.20 ^{Bc}	84.97±0.13 ^{Bb}	86.08±0.12 ^{Ba}
	2.0	81.54±0.11 ^{Cc}	81.61±0.42 ^{Cc}	81.64±0.20 ^{Cc}	82.20±0.07 ^{Cb}	83.34±0.32 ^{Ca}
	3.0	79.70±0.17 ^{Dc}	79.75±0.14 ^{Dc}	79.76±0.12 ^{Dc}	80.11±0.15 ^{Db}	81.39±0.12 ^{Da}
	4.0	77.88±0.23 ^{Ed}	78.19±0.17 ^{Ac}	78.73±0.27 ^{Eb}	78.73±0.10 ^{Eb}	79.78±0.15 ^{Ea}
a	Control	2.11±0.08 ^{Ec}	2.32±0.03 ^{Ab}	2.38±0.07 ^{Ea}	2.38±0.04 ^{Ea}	2.39±0.03 ^{Ea}
	1.0	3.66±0.27 ^{Dd}	3.78±0.14 ^{Dd}	3.95±0.29 ^{Dc}	4.39±0.10 ^{Db}	4.56±0.23 ^{Da}
	2.0	6.45±0.18 ^{Cc}	6.47±0.44 ^{Cc}	6.67±0.24 ^{Cb}	6.78±0.17 ^{Cb}	7.26±0.35 ^{Ca}
	3.0	8.05±0.39 ^{Bc}	8.11±0.13 ^{Bc}	8.13±0.16 ^{Bc}	8.77±0.12 ^{Bb}	9.05±0.12 ^{Ba}
	4.0	8.60±0.27 ^{Ad}	9.35±0.24 ^{Ac}	9.50±0.37 ^{Ac}	9.92±0.14 ^{Ab}	10.18±0.16 ^{Aa}
b	Control	8.37±0.23 ^{Ec}	8.99±0.16 ^{Eb}	8.99±0.10 ^{Eb}	9.03±0.24 ^{Eab}	9.11±0.16 ^{Ea}
	1.0	26.83±0.33 ^{Dd}	27.06±0.22 ^{Dc}	27.48±0.39 ^{Db}	27.78±0.20 ^{Da}	27.92±0.25 ^{Da}
	2.0	35.23±0.16 ^{Cc}	35.44±0.84 ^{Cbc}	35.47±0.62 ^{Cbc}	35.74±0.34 ^{Cb}	36.51±0.61 ^{Ca}
	3.0	40.14±0.43 ^{Bc}	40.45±0.63 ^{Bb}	41.04±0.45 ^{Ba}	41.04±0.35 ^{Ba}	41.16±0.25 ^{Ba}
	4.0	43.03±0.23 ^{Ac}	43.19±0.26 ^{Ac}	44.16±0.54 ^{Ab}	44.22±0.36 ^{Ab}	45.01±0.36 ^{Aa}

¹⁾ Powdered microcapsules of tomato extracts-added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=10). Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-E) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(라) 물성 검사

German Fresh 치즈 (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각 1, 2, 3, 4% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4주간 저장 중 1주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 물성을 측정 한 결과는 Table 78 과 같다. 치즈의 단단한 정도를 나타내는 hardness는 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고 (p<0.05), 저장이 진행됨에 따라 모든 군에서 유의적으로 감소하였다 (p<0.05). 입자들 간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 함량이 증가할수록 증가하였으며, 저장 기간 동안 모든 군에서 증가하였다. 탄성을 나타내는 springiness와 점착성을 나타내는 gumminess의 경우에는 함량이 많을수록 감소하였으나 함량에 따라 유의적인 차이를 보였으며 (p<0.05), 저장할수록 감소하는 경향을 보였다. 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 함량이 많을수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 (p<0.05), 저장이 진행됨에 따라 감소하였다.

Table 78. Texture properties of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Frisch K?se during storage at 7°C for 4 weeks

Texture value	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage period (week)				
		0	1	2	3	4
Hardness (N)	Control ²⁾	1.85±0.12 ^{Aa3)}	1.77±0.08 ^{Aa}	1.04±0.04 ^{Ab}	1.01±0.03 ^{Ab}	0.99±0.01 ^{Ab}
	1.0	1.54±0.01 ^{Ba}	1.42±0.05 ^{Bb}	0.95±0.02 ^{Bc}	0.95±0.03 ^{Bc}	0.87±0.04 ^{Bc}
	2.0	1.10±0.03 ^{Ca}	1.09±0.02 ^{Ca}	0.88±0.01 ^{Cb}	0.88±0.01 ^{Cb}	0.83±0.02 ^{Bc}
	3.0	1.04±0.01 ^{CDa}	1.03±0.05 ^{Ca}	0.85±0.02 ^{Db}	0.85±0.02 ^{CDb}	0.80±0.02 ^{Bc}
	4.0	0.95±0.08 ^{Da}	0.95±0.02 ^{Da}	0.84±0.03 ^{Db}	0.82±0.01 ^{Db}	0.65±0.02 ^{Cc}
Cohesiveness	Control	0.60±0.05 ^{CD}	0.67±0.02 ^{Cc}	0.73±0.02 ^{Bb}	0.76±0.04 ^{CaB}	0.77±0.00 ^{Da}
	1.0	0.66±0.01 ^{BCc}	0.68±0.01 ^{Cc}	0.74±0.02 ^{Bb}	0.76±0.01 ^{Cb}	0.80±0.01 ^{Ca}
	2.0	0.64±0.01 ^{BCd}	0.69±0.01 ^{Cc}	0.75±0.02 ^{Bb}	0.77±0.01 ^{BCb}	0.81±0.02 ^{BCa}
	3.0	0.70±0.01 ^{Bc}	0.76±0.01 ^{Bb}	0.80±0.01 ^{Aab}	0.80±0.01 ^{ABa}	0.83±0.04 ^{ABa}
	4.0	0.76±0.01 ^{Ac}	0.79±0.00 ^{Abc}	0.82±0.02 ^{Aab}	0.83±0.01 ^{Aab}	0.85±0.02 ^{Aa}
Springiness (mm)	Control	19.83±0.02 ^{Aa}	19.80±0.03 ^{Aa}	19.58±0.10 ^{Ab}	19.33±0.00 ^{Ac}	19.22±0.03 ^{Ac}
	1.0	19.81±0.03 ^{Aa}	19.75±0.10 ^{Aa}	19.41±0.33 ^{ABb}	19.32±0.20 ^{Ab}	19.13±0.27 ^{Ac}
	2.0	19.69±0.10 ^{Ba}	19.59±0.15 ^{Aab}	19.30±0.03 ^{Bbc}	19.25±0.01 ^{Ac}	19.15±0.11 ^{Ac}
	3.0	19.63±0.10 ^{Ba}	19.48±0.03 ^{Aa}	18.88±0.11 ^{Cb}	18.52±0.32 ^{Bb}	18.42±0.47 ^{Bb}
	4.0	19.63±0.16 ^{Ba}	19.48±0.13 ^{Aa}	18.50±0.04 ^{Db}	18.48±0.45 ^{Bb}	18.15±0.39 ^{Bb}
Gumminess (N)	Control	1.17±0.04 ^{Aa}	1.13±0.12 ^{Aa}	0.78±0.06 ^{Ab}	0.78±0.05 ^{Ab}	0.74±0.03 ^{Ab}
	1.0	1.08±0.08 ^{Aa}	0.98±0.04 ^{Ba}	0.73±0.07 ^{Bb}	0.74±0.00 ^{Ab}	0.66±0.00 ^{ABb}
	2.0	0.81±0.04 ^{Ba}	0.78±0.02 ^{CaB}	0.68±0.02 ^{Cbc}	0.67±0.02 ^{Bc}	0.66±0.01 ^{ABc}
	3.0	0.80±0.05 ^{Ba}	0.73±0.05 ^{Cb}	0.68±0.04 ^{Cc}	0.66±0.02 ^{BCc}	0.66±0.03 ^{ABc}
	4.0	0.75±0.09 ^{Ba}	0.73±0.01 ^{Ca}	0.63±0.03 ^{Db}	0.61±0.01 ^{Cbc}	0.58±0.05 ^{Bc}
Chewiness (J)	Control	23.16±1.49 ^{Aa}	23.09±2.31 ^{Aa}	15.46±0.55 ^{Ab}	15.26±0.45 ^{Ab}	14.58±0.48 ^{Ab}
	1.0	21.31±0.88 ^{Aa}	19.17±0.95 ^{Ba}	14.59±0.72 ^{ABb}	14.58±0.30 ^{ABb}	13.51±0.63 ^{Ab}
	2.0	15.83±0.48 ^{Ba}	15.79±0.90 ^{Ca}	13.97±0.05 ^{BCb}	13.72±0.27 ^{BCb}	13.27±1.00 ^{Ab}
	3.0	15.79±0.30 ^{Ba}	15.78±0.79 ^{Ca}	13.20±0.31 ^{Cb}	12.95±0.43 ^{Cb}	12.96±0.46 ^{Ab}
	4.0	13.94±1.74 ^{Ba}	13.27±0.31 ^{Da}	11.66±0.25 ^{Db}	11.48±0.38 ^{Db}	10.73±0.70 ^{Bb}

¹⁾ Powdered microcapsules of tomato extracts-added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=6). Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-D) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(다) 관능 평가

Frisch K?se (Control) 와 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각각 1, 2, 3, 4% 첨가한 Frisch K?se 치즈를 7°C에서 4주간 저장 중 1주간격 (0, 1, 2, 3, 4주) 으로 7점법 (1 = 매우 약하다, 4 = 보통이다, 7 = 매우 강하다)으로 비교한 관능평가 결과는 Table 79 와 같다. 평가항목은 크게 외관, 향 및 맛, 조직감으로 나누었다. 황색도는 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며 (p<0.05), 저장기간이 길어질수록 더 높은 황색도를 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 함량이 증가하면서 토마토 향이 증가하였고, 저장기간 동안 증가하였지만 유의적인 차이는 없었다 (p>0.05). 발림성과 부드러움도 함량이 많을수록 증가하는 경향을 보였다. 함량이 많아짐에 따라 신 맛이 증가하였으며, 저장함에 따라 유의적으로 증가하였다 (p<0.05). 관능검사 결과에 따라 Frisch K?se의 저장 기간은 3주가 적당할 것으로 사료되며, 1, 2% 의 분말 첨가가 적당할 것으로 보인다.

Table 79. Sensory evaluation¹⁾ of powdered microencapsulated tomato extracts-supplemented Frisch K²⁾se during storage at 7oC for 4weeks

Sensory	Concentration ²⁾ (%, w/w)	Storage periods (week)				
		0	1	2	3	4
Appearance	Control ³⁾	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}
	1.0	2.57±0.79 ^{Ba}	2.57±0.53 ^{Ba}	3.00±0.58 ^{Ba}	3.29±0.76 ^{Ba}	3.00±0.00 ^{Ba}
	2.0	3.43±1.13 ^{Ba}	3.57±0.53 ^{Ca}	4.29±0.76 ^{Ca}	4.29±0.76 ^{Ca}	4.29±0.49 ^{Ca}
	3.0	5.00±0.82 ^{Aa}	4.86±0.38 ^{Ba}	5.43±0.79 ^{Ba}	5.43±0.79 ^{Ba}	5.57±0.53 ^{Ba}
	4.0	5.71±0.76 ^{Ab}	5.86±0.69 ^{Ab}	6.29±0.76 ^{Ab}	6.29±0.49 ^{Ab}	6.86±0.38 ^{Aa}
Flavor & Taste	Control	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}
	1.0	2.14±1.21 ^{Ac}	1.43±0.53 ^{ABc}	3.00±0.58 ^{Ab}	3.43±0.53 ^{ABb}	4.43±0.53 ^{Aa}
	2.0	2.14±0.69 ^{Ac}	2.14±1.07 ^{Ac}	3.00±1.00 ^{Abc}	3.71±1.11 ^{ABb}	4.86±0.69 ^{Aa}
	3.0	2.14±0.96 ^{Ac}	2.57±0.98 ^{Abc}	3.43±0.79 ^{Abc}	3.86±1.35 ^{ABb}	4.71±1.50 ^{Aa}
	4.0	2.71±0.95 ^{Ab}	2.57±1.51 ^{Ab}	3.57±1.27 ^{Ab}	4.43±1.72 ^{Ab}	5.14±1.77 ^{Aa}
Texture	Control	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}
	1.0	1.00±0.00 ^{Aa}	1.00±0.00 ^{Aa}	1.29±0.49 ^{Aa}	1.43±0.53 ^{Ca}	1.43±0.79 ^{Aa}
	2.0	1.29±0.49 ^{Aa}	1.29±0.49 ^{Aa}	1.57±0.79 ^{Aa}	1.57±0.79 ^{Ba}	1.71±1.25 ^{Aa}
	3.0	1.43±0.79 ^{Aa}	1.57±1.13 ^{Aa}	1.57±1.13 ^{Aa}	1.71±0.95 ^{Ba}	2.00±1.91 ^{Aa}
	4.0	1.43±0.79 ^{Aa}	1.57±1.13 ^{Aa}	1.71±1.50 ^{Aa}	2.00±1.53 ^{Aa}	2.00±1.91 ^{Aa}
Spreadability	Control	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ca}	4.00±0.00 ^{Ba}
	1.0	4.00±0.00 ^{Aa}	4.00±0.00 ^{Aa}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.14±0.38 ^{Ca}	4.29±0.49 ^{Ba}
	2.0	4.00±0.00 ^{Ab}	4.14±0.38 ^{Ab}	4.14±0.38 ^{Bb}	4.71±0.76 ^{Bc}	5.00±0.00 ^{Ca}
	3.0	4.14±0.69 ^{Ac}	4.29±0.76 ^{Abc}	4.71±0.49 ^{Abc}	5.00±0.82 ^{ABb}	5.71±0.49 ^{Ba}
	4.0	4.14±0.90 ^{Ac}	4.29±1.11 ^{Ac}	5.00±0.58 ^{Abc}	5.57±1.13 ^{Ab}	6.57±0.53 ^{Aa}
Softness	Control	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ba}	4.00±0.00 ^{Ca}	4.00±0.00 ^{Ba}
	1.0	4.00±0.00 ^{Ab}	4.00±0.00 ^{Ab}	4.00±0.00 ^{Bb}	4.14±0.38 ^{Ca}	4.43±0.53 ^{Ba}
	2.0	4.00±0.00 ^{Ac}	4.00±0.00 ^{Ac}	4.00±0.58 ^{Bc}	4.57±0.53 ^{Bc}	5.00±0.00 ^{Ca}
	3.0	4.00±0.00 ^{Ac}	4.14±0.90 ^{Ac}	4.86±0.69 ^{Ab}	5.29±0.76 ^{ABb}	5.71±0.49 ^{Ba}
	4.0	4.00±0.00 ^{Ad}	4.43±1.27 ^{Ad}	5.00±0.82 ^{Abc}	5.86±1.07 ^{Ab}	6.57±0.53 ^{Aa}

¹⁾ Sensory evaluation was investigated on a 7-point scale (1=very weak, 4=moderate, 7=very strong)

²⁾ Powdered microencapsules of tomato extracts-added German Fresh cheese

³⁾ Control: German Fresh cheese

⁴⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-d) and column (A-E) are significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(바) 일반성분 검사

Table 80. Chemical composition of Frisch K²⁾se supplemented with MTEP

(%)	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash
Con.	17.93±0.04 ^b	63.89±0.16 ^a	14.12±0.04 ^b	1.81±0.01 ^{ab}	36.11±0.16 ^d	1.47±0.03 ^a
1.0%	17.40±0.01 ^d	62.71±0.07 ^c	16.37±0.08 ^a	1.85±0.01 ^a	37.29±0.07 ^b	1.46±0.03 ^a
2.0%	17.66±0.03 ^c	63.22±0.03 ^b	13.96±0.09 ^b	1.79±0.01 ^b	36.78±0.02 ^c	1.40±0.01 ^a
3.0%	18.05±0.04 ^a	62.81±0.01 ^c	13.16±0.05 ^c	1.72±0.02 ^c	37.19±0.01 ^b	1.38±0.02 ^a
4.0%	17.97±0.03 ^{ab}	62.29±0.06 ^d	12.87±0.05 ^d	1.49±0.02 ^d	37.71±0.06 ^a	1.43±0.04 ^a

(사) 지방산패도 분석결과

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 신선치즈의 저장중 지방산패도 분석결과는 Fig. 76 과 같다. 대조구보다 MTEP을 첨가한 실험구에서 낮은 지방 산패도를 나타내었으며 첨가량이 많을수록 낮은 지방산패도를 보여 MTEP첨가가 신선치즈의 저장성에 좋은 결과를 나타내었다.

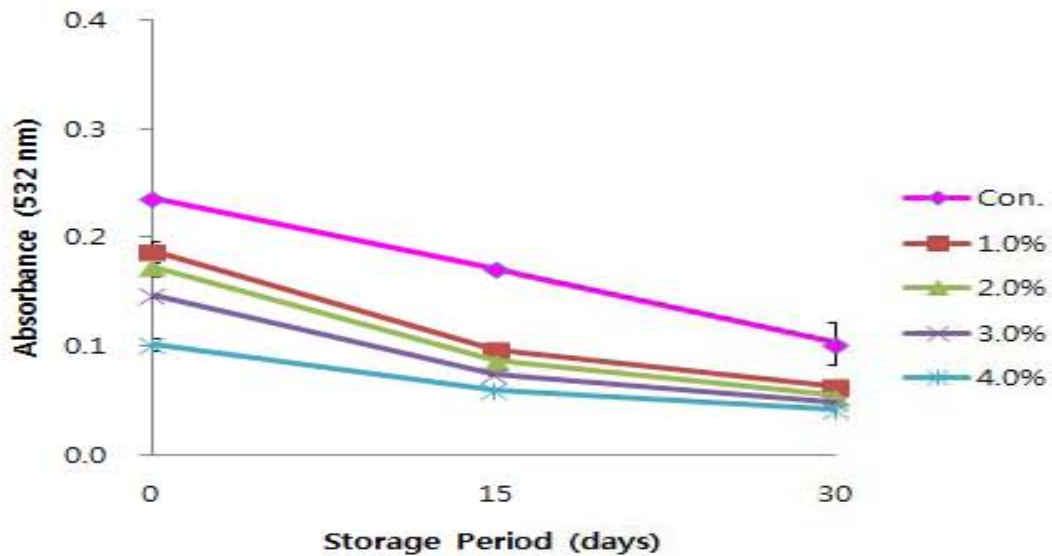


Fig. 76. Change of TBA value of the Frisch K7se supplemented with MTEP during ripening (n=3, p<0.05).

(아) DPPH scavenging activity 분석결과

Table 8L. Change of antioxidant activity by DPPH radical scavenging of Frisch K7se supplemented with MTEP.

MTEP Frisch K7se (%)	
Con.	33.31±0.95 ^b
1.0%	32.85±0.23 ^b
2.0%	33.30±0.14 ^b
3.0%	33.72±0.55 ^{ab}
4.0%	35.33±0.70 ^a

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 신선치즈의 항산화활성도를 알아본 결과 MTEP 첨가량이 많을수록 높은 항산화활성도를 나타내어 기능성치즈 개발이 가능할 것으로 사료된다.

(3) 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 Camembert cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) pH 측정

라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성중 pH변화는 Fig. 77에서 보는 바와 같다. 일반적으로 숙성형 자연치즈는 숙성이 경과될수록 치즈 내 유산균의 활성으로 인해 pH 값이 낮아지지만 *Penicillium cambedunum*의 단백질 분해 효소에 의해 단백질 분해로 인한 알칼리성 물질의 생성으로 치즈의 pH값이 상승하게 된다. 즉 까망베르 치즈는 제조직후에는 pH가 4.8부근이던 것이 숙성 종료기가 가까우면 일반적인 pH가 7.5에까지 도달하기도 한다. 본 실험에서도 마찬가지로 숙성이 경과될수록 모든 실험구에서 pH값은 증가하였다. 이러한 결과에 따르면 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가가 까망베르 치즈의 숙성중 pH변화에 영향을 주지 않음을 알수 있었다.

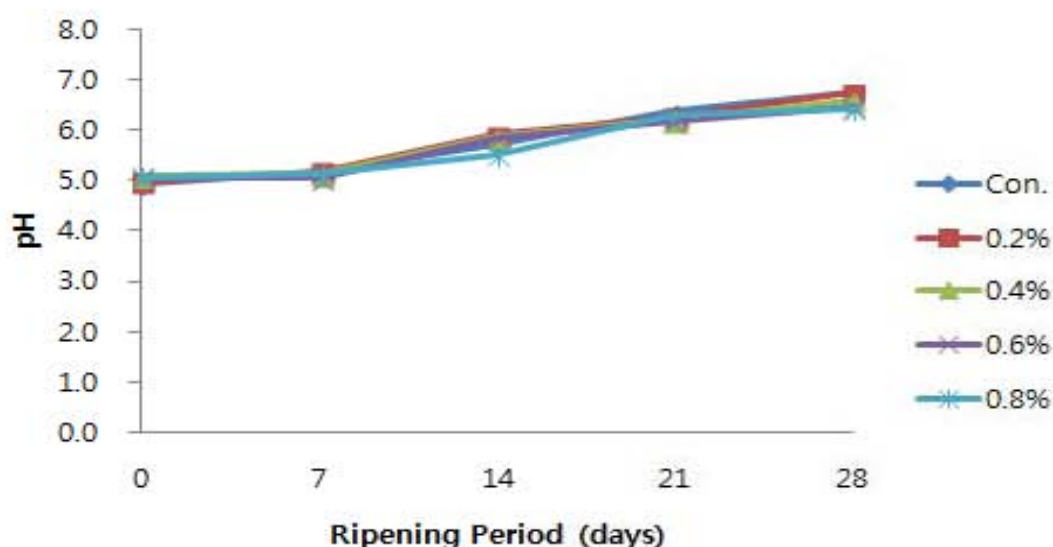


Fig. 77. Change in pH of the Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening (n=3, p<0.05).

(나) 유산균수 측정

라이코펜 미세캡슐 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성중 유산균수의 변화는 Fig.78과 같이 나타났다. 숙성기간이 경과될수록 모든 시험구에서 유산균수는 미미한 수치로 증가하다가 점차적으로 감소하는 결과를 나타내었는데 전 숙성기간에 걸쳐 실험구간의 유의적 차이는 없었다.

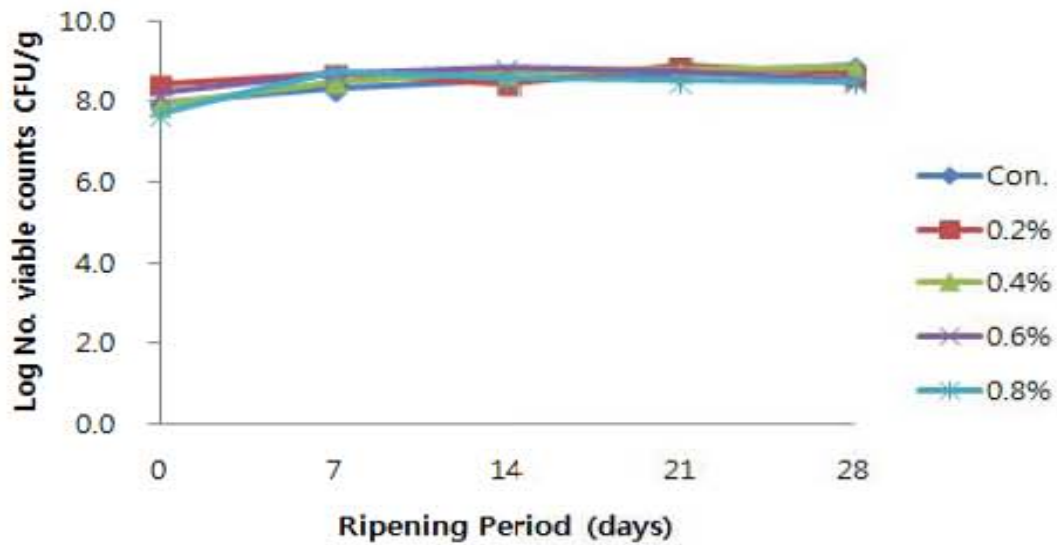


Fig. 78. Changes in lactic acid bacteria counts in the Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening. (n=9, p<0.05).

(다) 숙성중 수용성질소화합물 측정

토마토추출물 미세채슬분말(MTEP)을 첨가한 까망베르치즈의 숙성도를 알아보기 위해 수용성 질소화합물을 분석한 결과 대조구보다 첨가구에서 높은 숙성도를 나타내었으며, 함량이 높은수록 빠른 숙성도를 보여 숙성기간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다.

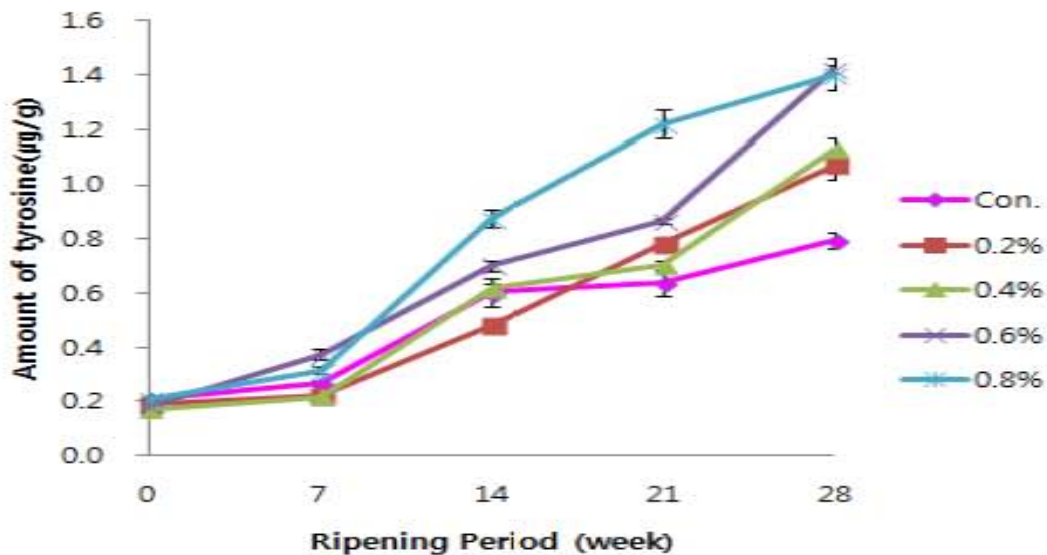


Fig. 79. Change in WSN contents of the Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening(n=3, p<0.05).

(라) 숙성중 Total phenolic acid 함량 측정

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 까망베르치즈의 항산화활성도를 알아보기 위해 TP함량을 분석한 결과 숙성 14일차까지는 실험구간의 유의적 차이는 나타나지 않았지만 이후 부터 대조구보다 첨가구에서 높은 TP함량을 나타내었으며 처리구간에서도 첨가량이 많을수록 높은 TP함량을 나타내어 토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가함으로써 항산화활성이 뛰어난 치즈 생산이 가능할 것으로 판단된다.

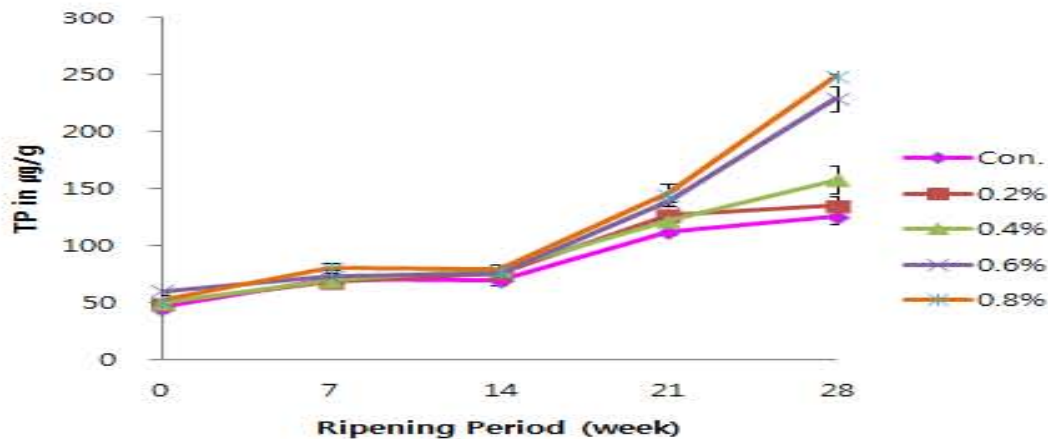


Fig. 80. Summarized results of total phenolic concentration of the Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening(n=3, p<0.05).

(마) 숙성중 DPPH 라디칼 소거 능 측정

토마토추출물 미세캡슐분말(MTEP)을 첨가한 까망베르치즈의 항산화활성도를 알아본 결과 숙성 0일부터 7일까지는 MTEP 첨가량이 많을수록 높은 항산화활성을 나타내었으며 숙성 14일 이후에는 모든 실험구간에 유의적 차이는 보이지 않았다. MTEP 첨가로 인해 숙성기간 단축뿐만 아니라 항산화활성이 뛰어난 기능성 치즈가 생산될 수 있을 것으로 판단된다.

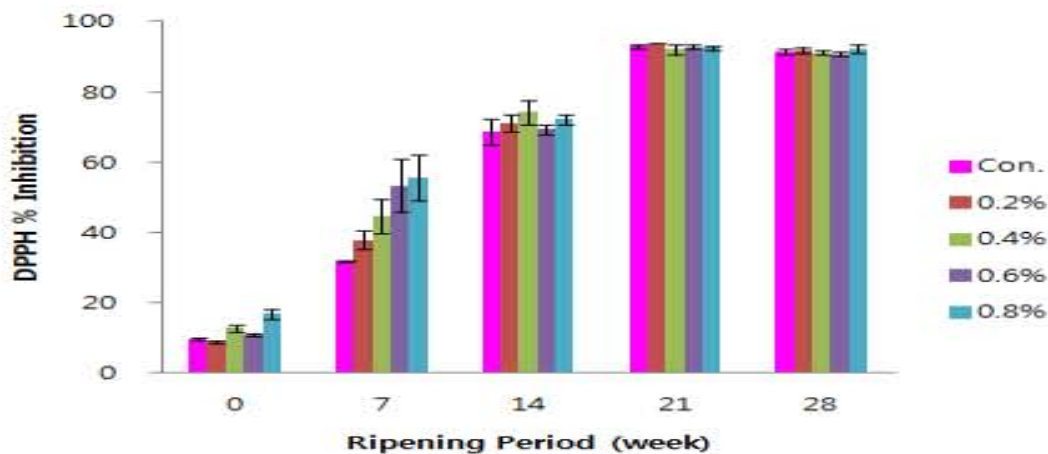


Fig. 81. Summarized results of DPPH scavenging activity of the Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening(n=3, p<0.05).

(바) 치즈의 일반성분 분석

Table 82. Chemical composition of Camembert cheese supplemented with MTEP.

%	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash
Con.	28.42±0.11 ^b	50.12±0.06 ^c	18.34±0.38 ^c	1.71±0.01 ^c	49.87±0.06 ^b	2.88±0.09 ^a
0.2%	27.92±0.06 ^c	50.12±0.09 ^c	17.67±0.05 ^d	1.82±0.02 ^b	49.87±0.09 ^b	3.61±0.16 ^a
0.4%	26.80±0.09 ^e	52.19±0.05 ^a	17.11±0.05 ^e	1.75±0.03 ^c	47.81±0.05 ^d	3.23±0.32 ^a
0.6%	27.42±0.04 ^d	51.82±0.03 ^b	18.48±0.03 ^b	1.97±0.01 ^a	48.18±0.03 ^c	3.57±0.03 ^a
0.8%	29.25±0.03 ^a	47.77±0.03 ^d	19.35±0.03 ^a	1.72±0.01 ^c	52.23±0.03 ^a	3.07±0.32 ^a

(사) 라이코펜 함량 분석

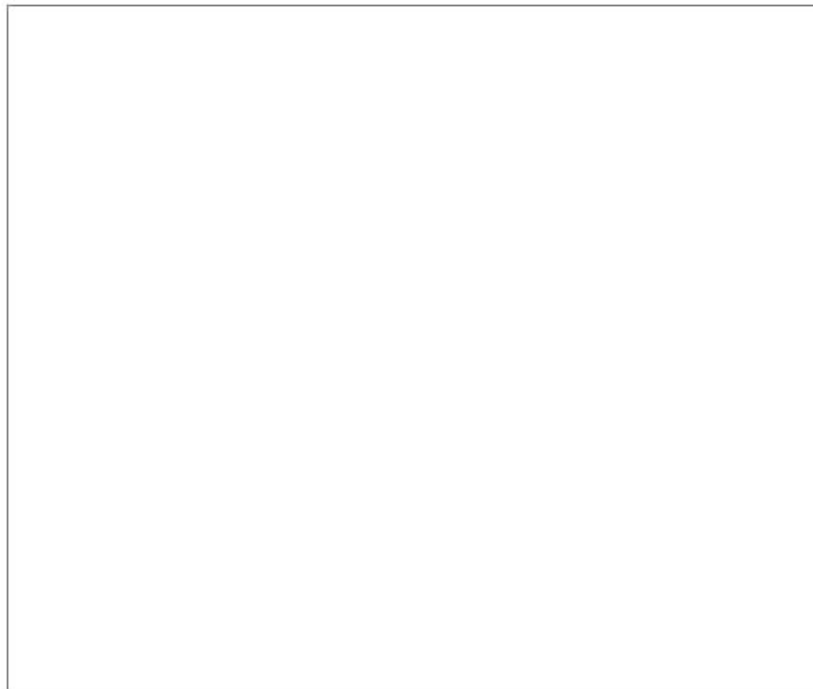


Figure 82. Quantification of lycopene of various concentrations of powdered microcapsulated tomato extracts-supplemented Camembert Cheese

Camembert 치즈의 기능성을 향상시키기 위하여 첨가한 라이코펜 추출물의 미세캡슐 분말을 정량 분석한 결과는 Figure 82 와 같다. 라이코펜 함량은 분말을 첨가한 양에 따라 유의적으로 증가하였으며 ($p < 0.05$), 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 Camembert 치즈의 라이코펜 함량은 각 약 14.20, 27.91, 35.67, 47.38 ppm 의 라이코펜 이 분석되어 미세캡슐 분말의 첨가량에 비례적으로 라이코펜 함량이 증가되는 것을 확인하였다.

(아) 색도

라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 Camembert 치즈의 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정된 결과는 Table 83 과 같다. 명도를 나타내는 L 값, 적색도를 나타내는 a 값, 황색도를 나타내는 b 값 모두 control 과 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 첨가군이 유의적인 차이를 나타내었다 (p<0.05). L 값은 라이코펜 이 분말이 첨가될수록 낮은 값을 나타낸 반면에, a 값과 b 값은 라이코펜 이 첨가될수록 높은 값을 나타냈다. 분말을 첨가함에 따라 매우 높은 황색도를 보였다. 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말 자체의 색이 치즈의 색에 많은 영향을 미치는 것으로 보아, 치즈의 품질에는 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Table 83. Color of Camembert cheese supplemented with MTEP.

	L	a	b
Con.	66.21±0.08 ^a	-2.39±0.06 ^d	7.58±0.08 ^e
0.2%	63.14±0.03 ^b	-0.18±0.04 ^c	17.67±0.05 ^d
0.4%	61.18±0.09 ^c	2.08±0.01 ^b	23.17±0.16 ^c
0.6%	60.80±0.02 ^d	2.04±0.01 ^b	25.78±0.01 ^b
0.8%	60.15±0.15 ^e	2.79±0.21 ^a	28.41±0.23 ^a

(자) 관능평가

라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 Camembert 치즈의 관능평가 결과 숙성 중 1 주 간격 (7, 14, 21일) 으로 9 점법 (1 = 매우 약하다, 5 = 보통이다, 9 = 매우 강하다)으로 비교한 관능평가 결과는 Fig. 83 과 같다. 평가항목은 pungent, buttery, mokly, sweaty, sweet, sour, salty, bitter, burning, texture, total acceptability를 9점 체점법을 사용한 결과 7일차에는 전체적인 기호도에서 대조구가 가장 높은 점수를 받았으며, 숙성 전기간 첨가량이 많을수록 곰팡이 향이 높게 나타났다. 전체적인 기호도평가에서 첨가구보다 대조구에서 높은 점수를 받았다.

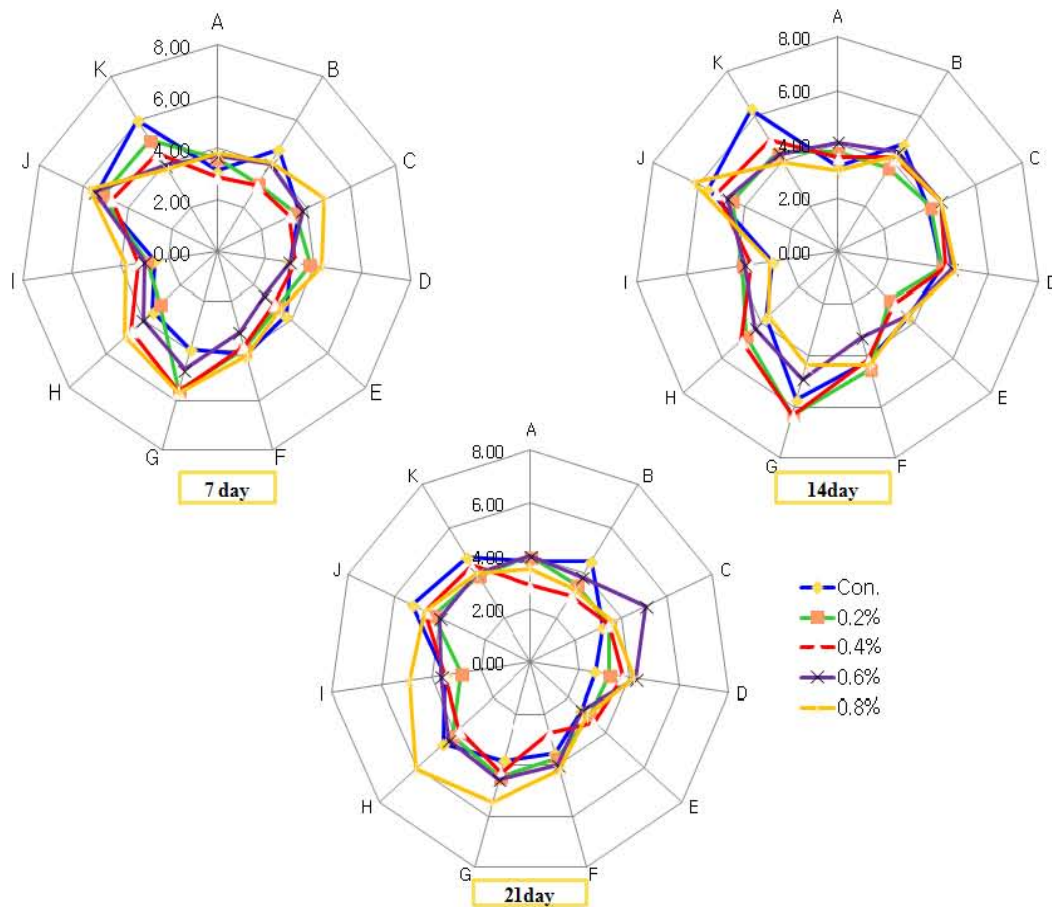


Fig. 83. Sensory acceptability of the Camembert cheese supplemented with MTEP (n=12, p<0.05).

(4) 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 Queso Blanco cheese의 이화학적 특성 및 관능 평가

(가) 단쇄 유리 지방산

Queso Blanco cheese (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 0.3, 0.6, 0.9, 1.2% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 단쇄 유리 지방산의 변화를 관찰한 결과는 Table 84 와 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C₄와 C₆ 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내고, C₈ 은 sweaty, C₁₀ 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 저장 중의 단쇄 유리 지방산 C₄, C₆, C₈, C₁₀ 은 Control 과 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 치즈 시료 모두 저장 기간 동안 증가하는 결과를 나타내었다. 단쇄 유리 지방산 각각의 C₄, C₆, C₈, C₁₀과 전체적인 단쇄 유리 지방산 결과 모두 홍삼 가수분해물 분말을 첨가하는 것과는 거의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p>0.05). 이는 치즈에 홍삼 가수분해물 분말을 첨가 하는 것이 지방산 생성의 변화는 거의 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 84. Production of short chain fatty acid (SCFA) of powdered red ginseng hydrolyzate-supplemented Queso Blanco cheese during storage at 7°C for 60 days.



(나) 색도

Queso Blanco cheese (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 0.3, 0.6, 0.9, 1.2% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정된 결과는 Table 85 와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 Control 보다 홍삼 가수분해물 분말 첨가군이 낮았으며, 함량이 높아질수록 유의적 감소하였다($p < 0.05$). 또한 저장이 진행될수록 유의적으로 감소하는 경향을 볼 수 있었다. ($p < 0.05$) 적색도를 나타내는 a값의 경우 Control 보다 홍삼 가수분해물 분말 첨가군이 높았으며 저장이 진행 될수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. ($p < 0.05$) 황색도를 나타내는 b 값의 경우 Control 보다 홍삼 가수분해물 분말 첨가군이 더 높았으며, 더 많은 양의 분말을 첨

가할수록 더 높은 b값을 나타내었다. 또한 저장 할수록 control의 경우 많은 변화를 보이지 않았으나 함량이 높을수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타냈다.($p < 0.05$) 이는 홍삼 가수분해물 분말 자체의 색이 Control 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되며, 첨가하는 분말의 양이 치즈의 품질에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 85. Changes in color of Queso Blanco cheese supplemented with powdered red ginseng hydrolyzate during storage at 7°C for 60 days.



(다) 물성 검사

Queso Blanco cheese (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 0.3, 0.6, 0.9, 1.2% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일)으로 물성을 측정 한 결과는 Table 86 과 같다. 치즈의 단단한 정도를 나타내는 hardness의 경우 저장이 진행됨에 따라 모든 군에서 유의적으로 증가 하였고, 홍삼 가수분해물 분말 함량이 높아짐에 따라 유의적으로 증가 하였다.($p < 0.05$) 입자들 간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 모든 군에서 저장이 진행 과정과, 함량에 따라서는 유의적 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 저장이 진행됨에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 점착

성을 나타내는 gumminess의 경우에는 저장이 진행됨에 따라 약간 증가하였고, 함량이 높아질수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우 함량과 저장함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$).

Table 86. Texture properties of powdered red ginseng hydrolyzate-supplemented Queso Blanco cheeses during storage at 7°C for 60 days



(라) 관능 평가

Queso Blanco cheese (Control)와 홍삼 가수분해물 분말을 0.3, 0.6, 0.9, 1.2% 첨가한 Queso Blanco cheese를 7°C에서 60 일 간 저장 중 15 일 간격 (0, 15, 30, 45, 60 일) 을 7 점법으로 비교한 관능평가 결과는 Table 87 과 같다. 평가항목은 크게 외관, 향 및 맛, 조직감으로 나타내어졌다. 홍삼 가수분해물 분말을 첨가하는 함량이 높아질수록 외관의 세부항목인 brownness와 향 및 맛의 세부항목인 bitterness, astringency, ginseng의 점수는 높아졌다. 조직감의 세부항목인 crumbliness는 저장 기간 초반에는 점수가 거의 차이하지 않았으나 마지막 60 일에는

함량이 높아질수록 의적으로 부서지는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 대부분의 항목에서는 저장 기간 동안은 거의 유의적으로 차이가 나지 않는 것을 확인할 수 있었다 ($p>0.05$). 이는 저장 중에 관능적인 변화는 거의 없다는 것을 나타낸다.

Table 87. Sensory characteristics of the powdered red ginseng hydrolyzate-supplemented Queso Blanco cheese during storage at 7°C for 60 days.

Sensory	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage periods (day)				
		0	15	30	45	60
Appearance	Control ²⁾	1.00±0.00 ^{2a1)}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
	0.3	2.29±0.49 ^{2a}	2.43±0.53 ^{2a}	2.43±0.53 ^{2a}	2.43±0.53 ^{2a}	2.71±0.76 ^{2a}
	0.6	3.00±0.58 ^{2a}	3.43±0.53 ^{2a}	3.71±0.76 ^{2a}	3.71±0.49 ^{2a}	4.14±0.69 ^{2a}
	0.9	4.29±0.49 ^{2a}	4.43±0.53 ^{2a}	4.71±0.76 ^{2a}	4.86±0.69 ^{2a}	4.86±0.69 ^{2a}
	1.2	5.00±0.58 ^{2a}	5.29±0.49 ^{2a}	5.57±0.53 ^{2a}	5.71±0.95 ^{2a}	5.71±0.49 ^{2a}
	Bitterness	Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
0.3		2.00±0.58 ^{2a}	2.00±0.58 ^{2a}	2.14±0.69 ^{2a}	2.14±0.38 ^{2a}	2.29±0.76 ^{2a}
0.6		2.80±0.69 ^{2a}	2.26±0.90 ^{2a}	3.29±0.76 ^{2a}	3.57±0.98 ^{2a}	4.00±1.41 ^{2a}
0.9		4.29±0.95 ^{2a}	4.57±1.27 ^{2a}	5.57±0.98 ^{2a}	4.86±0.90 ^{2a}	5.29±0.76 ^{2a}
1.2		5.86±1.07 ^{2a}	5.86±1.46 ^{2a}	5.86±0.90 ^{2a}	6.57±0.79 ^{2a}	6.57±0.53 ^{2a}
Flavor & Taste		Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
	0.3	1.43±0.53 ^{2a}	1.71±0.95 ^{2a}	2.00±0.82 ^{2a}	2.14±0.90 ^{2a}	2.43±0.53 ^{2a}
	0.6	2.57±0.79 ^{2a}	2.71±0.76 ^{2a}	3.14±0.69 ^{2a}	3.29±0.76 ^{2a}	3.29±0.76 ^{2a}
	0.9	4.00±1.00 ^{2a}	4.00±0.41 ^{2a}	4.29±1.11 ^{2a}	4.29±1.25 ^{2a}	4.19±0.76 ^{2a}
	1.2	4.86±2.12 ^{2a}	5.14±1.07 ^{2a}	5.43±1.51 ^{2a}	5.86±0.69 ^{2a}	6.00±1.29 ^{2a}
	Ginseng	Control	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}	1.00±0.00 ^{2a}
0.3		2.14±0.38 ^{2a}	2.29±0.49 ^{2a}	2.43±0.53 ^{2a}	2.57±0.53 ^{2a}	2.84±0.53 ^{2a}
0.6		3.14±0.69 ^{2a}	3.14±0.38 ^{2a}	3.57±0.53 ^{2a}	3.71±0.76 ^{2a}	4.00±0.58 ^{2a}
0.9		4.43±0.98 ^{2a}	4.74±0.49 ^{2a}	4.86±1.21 ^{2a}	4.86±0.69 ^{2a}	5.14±0.90 ^{2a}
1.2		4.86±1.21 ^{2a}	5.86±1.77 ^{2a}	6.14±0.69 ^{2a}	6.14±0.90 ^{2a}	6.71±0.49 ^{2a}
Firmness		Control	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}
	0.3	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.14±0.38 ^{2a}	4.14±0.38 ^{2a}
	0.6	4.00±0.00 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.43±0.53 ^{2a}
	0.9	4.00±0.82 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.43±0.98 ^{2a}	4.57±0.53 ^{2a}
	1.2	4.29±0.49 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.43±0.79 ^{2a}	4.57±0.79 ^{2a}	4.71±0.49 ^{2a}
	Crumbiness	Control	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}
0.3		4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.00±0.00 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}	4.29±0.49 ^{2a}
0.6		4.29±0.49 ^{2a}	4.43±0.53 ^{2a}	4.57±0.53 ^{2a}	4.71±0.49 ^{2a}	4.86±0.38 ^{2a}
0.9		4.43±0.53 ^{2a}	4.71±0.76 ^{2a}	4.86±0.69 ^{2a}	4.86±0.90 ^{2a}	5.00±0.58 ^{2a}
1.2		4.43±0.53 ^{2a}	4.86±0.69 ^{2a}	5.14±0.90 ^{2a}	5.29±0.76 ^{2a}	5.43±0.53 ^{2a}

¹⁾ Powdered red ginseng hydrolyzate-added Queso Blanco cheese

²⁾ Control Queso Blanco cheese

³⁾ Data values were expressed as means ±SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-b) and column (A-E) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

(마) 일반성분 검사

Table 88. Chemical composition of Queso Blanco cheese supplemented with RGH.

%	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash(%)
Con.	23.14±0.06 ^a	49.10±0.04 ^b	22.43±0.01 ^a	1.43±0.01 ^a	50.90±0.09 ^b	2.31±0.01 ^a
0.3%	22.59±0.04 ^c	49.88±0.03 ^a	21.86±0.07 ^c	1.27±0.01 ^b	50.11±0.03 ^c	2.33±0.02 ^a
0.6%	22.44±0.01 ^d	49.85±0.01 ^a	22.08±0.01 ^b	1.21±0.01 ^c	50.15±0.01 ^c	2.33±0.04 ^a
0.9%	22.93±0.05 ^b	49.02±0.03 ^b	22.09±0.05 ^b	1.25±0.01 ^{bc}	50.98±0.02 ^b	2.37±0.03 ^a
1.2%	23.22±0.01 ^a	48.56±0.04 ^c	22.52±0.05 ^a	1.23±0.01 ^{bc}	51.44±0.04 ^a	2.30±0.02 ^a

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 퀘소블랑코치즈의 일반성분 결과는 Table 88 과 같다. 지방함량과 단백질함량은 대조구와 1.2%첨가구에서 각각 23%와 22%로 유의적으로 높은 지방함량과 단백질함량을 나타내었다. 퀘소블랑코치즈는 제조공정중 성형전 추가 유청태출 공정이 있어 독일식 신선치즈에 비해 낮은 수분함량을 나타내었다. 회분함량은 모든 실험구에서 유의적 차이는 없었다.

(바) 진세노사이드 분석

Table 89. Content of ginsenosides in the Queso Blanco cheese supplemented with RGH. (ppm/100g)

	Rf	Rs1(20s)	Rs1(20r)	Rb1	Rc	F1	Rd	Protopanaxatriol(20s)
RAW	3228.4	5539.4	8350.8	11635.3	4019.4	8168.5	14042.1	14883.5
0.3%	0.0	0.0	197.9	268.2	0.0	0.0	288.6	331.9
0.6%	177.3	393.7	415.8	877.3	92.5	446.1	876.7	845.5
0.9%	195.7	377.3	493.5	749.0	229.7	433.6	847.2	954.8
1.2%	477.8	1029.5	1178.1	2347.0	296.5	1160.1	2278.0	2101.8
	Rg3(20s)	Compound K	Rh2(20s)	Rh2(20r)	Protopanaxadiol(20s)			
RAW	6152.2	19320.0	53347.5	3684.1	5159.5			
0.3%	116.5	807.4	1547.9	0.0	0.0			
0.6%	309.3	1172.9	2492.0	0.0	0.0			
0.9%	332.3	1550.3	3168.9	110.1	0.0			
1.2%	751.2	2649.3	5845.6	266.2	75.7			

¹⁾ red ginseng hydrolyzate powder.

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 퀘소블랑코 치즈내 ginsenosides함량 분석은 Table 89 와 같다. 홍삼 가수분해물 분말 첨가량이 많을수록 퀘소블랑코치즈내 ginsenosides함량 또한 증가하였다. Rf, Rs1(20s), Rc, F1과 Rh2(20r)는 0.3%첨가구에서는 검출되지 않았지만 Rs1(20r), Rb1, Rd, Rg3(20s), Protopanaxatriol(20s), Compound K, Rh2(20s)에서는 모든 처리구에서 검출이 되었다.

(5) 홍삼 가수분해물 분말 첨가 Frisch K[®]se의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) 단쇄 유리 지방산

German Fresh 치즈 (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4 주간 저장 중 1 주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 단쇄 유리 지방산 양의 변화를 측정된 결과는 Table 90 과 같다. Short-chain free fatty acid (SCFA) 는 치즈의 향미에 중요한 성분 중의 하나로, C₄와 C₆ 는 cheesy 와 sweaty, goat 의 향을 나타내 고, C₈ 은 sweaty, C₁₀ 은 rancid, fatty 향미를 나타낸다. 단쇄 유리 지방산 각각의 C₄, C₆, C₈, C₁₀ 결과 모두 홍삼 가수분해물 분말을 첨가하는 것과는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(p>0.05). 이는 치즈에 홍삼 가수분해물 분말을 첨가 하는 것이 지방산 생성의 변화는 거의 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 90. Production of short-chain fatty acid (SCFA) of powdered red ginseng hydrolyzated-supplemented Frisch K[®]se during storage at 7°C for 4 weeks

Storage period (week)	Concentration ¹⁾ (% w/w)	SCFA concentration (ppm)				
		C ₄	C ₆	C ₈	C ₁₀	Total
0	Control ²⁾	4.11±0.09 ^A	1.95±0.15 ^A	1.92±0.11 ^A	2.10±0.10 ^A	10.08±0.43
	0.2	4.15±0.11 ^A	2.00±0.10 ^A	1.93±0.16 ^A	2.14±0.14 ^A	10.22±0.50
	0.4	4.15±0.08 ^A	2.03±0.03 ^A	1.96±0.11 ^A	2.18±0.12 ^A	10.32±0.23
	0.6	4.14±0.10 ^A	2.03±0.05 ^A	1.95±0.06 ^A	2.27±0.12 ^A	10.39±0.23
	0.8	4.15±0.09 ^A	2.04±0.10 ^A	1.94±0.12 ^A	2.28±0.13 ^A	10.41±0.35
1	Control	4.21±0.20 ^A	2.01±0.10 ^A	1.97±0.11 ^A	2.17±0.17 ^A	10.36±0.58
	0.2	4.25±0.15 ^A	2.03±0.10 ^A	1.95±0.14 ^A	2.18±0.15 ^A	10.41±0.54
	0.4	4.23±0.32 ^A	2.05±0.13 ^A	1.98±0.15 ^A	2.21±0.11 ^A	10.47±0.70
	0.6	4.25±0.18 ^A	2.03±0.07 ^A	1.97±0.12 ^A	2.30±0.10 ^A	10.55±0.38
	0.8	4.23±0.11 ^A	2.04±0.10 ^A	2.00±0.14 ^A	2.33±0.10 ^A	10.60±0.38
2	Control	4.52±0.16 ^A	2.15±0.15 ^A	2.08±0.15 ^A	2.33±0.13 ^A	11.08±0.11
	0.2	4.60±0.19 ^A	2.16±0.10 ^A	2.12±0.21 ^A	2.39±0.10 ^A	11.27±0.39
	0.4	4.62±0.12 ^A	2.16±0.06 ^A	2.12±0.25 ^A	2.43±0.16 ^A	11.33±0.56
	0.6	4.67±0.19 ^A	2.19±0.11 ^A	2.13±0.14 ^A	2.47±0.15 ^A	11.46±0.25
	0.8	4.63±0.15 ^A	2.20±0.20 ^A	2.15±0.15 ^A	2.49±0.25 ^A	11.47±0.29
3	Control	4.71±0.11 ^A	2.35±0.11 ^A	2.20±0.15 ^A	2.52±0.22 ^A	11.78±0.59
	0.2	4.75±0.25 ^A	2.37±0.13 ^A	2.25±0.20 ^A	2.56±0.16 ^A	11.93±0.48
	0.4	4.74±0.14 ^A	2.42±0.12 ^A	2.24±0.12 ^A	2.60±0.20 ^A	12.00±0.58
	0.6	4.77±0.18 ^A	2.40±0.20 ^A	2.26±0.16 ^A	2.63±0.13 ^A	12.06±0.67
	0.8	4.79±0.15 ^A	2.41±0.14 ^A	2.26±0.13 ^A	2.62±0.12 ^A	12.08±0.54
4	Control	5.01±0.20 ^A	2.51±0.11 ^A	2.36±0.16 ^A	2.82±0.12 ^A	12.70±0.59
	0.2	5.05±0.10 ^A	2.52±0.12 ^A	2.39±0.10 ^A	2.90±0.10 ^A	12.86±0.38
	0.4	5.08±0.18 ^A	2.53±0.13 ^A	2.38±0.13 ^A	2.96±0.06 ^A	12.95±0.50
	0.6	5.07±0.11 ^A	2.54±0.14 ^A	2.40±0.20 ^A	2.94±0.10 ^A	12.95±0.55
	0.8	5.09±0.10 ^A	2.56±0.10 ^A	2.41±0.11 ^A	2.92±0.14 ^A	12.98±0.17

¹⁾ Powdered red ginseng hydrolyzate-added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ±SD (n=3). Means with different superscripts in a column is significant at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

(C4:Butyric acid, C6:Caproic acid, C8:Caprylic acid, C10:Capric acid)

(나) 색도

German Fresh 치즈 (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4주간 저장 중 1주 간격 (0, 1, 2, 3, 4주) 으로 색의 변화를 관찰하기 위하여 L-value, a-value, b-value 를 측정된 결과는 Table 91 과 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 control 보다 홍삼 가수분해물 분말 첨가군이 낮았으며, 함량이 증가할수록 유의적으로 낮은 명도 값을 나타내었다 ($p<0.05$). 저장하는 기간 동안 홍삼 가수분해물 분말 첨가군과 control 모두 명도가 증가하였다. 적색도를 나타내는 a값의 경우 control 보다 홍삼 가수분해물 첨가군이 높은 a값을 나타내었다. 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 치즈와 control 에서는 유의적인 차이가 나타났으며 ($p<0.05$), 저장이 진행 될수록 증가하는 경향을 관찰 할 수 있었다. 황색도를 나타내는 b값의 경우 홍삼 가수분해물 분말 첨가량에 따라 높은 수치를 나타냈다. 또한 저장하는 동안 홍삼 가수분해물 첨가군과 control 모두 황색도가 증가하였다. 이는 홍삼 가수분해물 분말 자체의 색이 control 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되며, 치즈의 품질에는 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 91. Changes in color of powdered hydrolyzate-supplemented Frisch K?se during storage at 7°C for 4 weeks

Color value	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage period (week)				
		0	1	2	3	4
L	Control ²⁾	88.80±0.25 ^{Ae3)}	89.91±0.24 ^{Ad}	90.14±0.10 ^{Ac}	90.54±0.08 ^{Ab}	91.76±0.12 ^{Aa}
	0.2	88.76±0.13 ^{Ac}	89.20±0.68 ^{Bb}	89.23±0.12 ^{Bb}	89.31±0.12 ^{Bb}	90.73±0.13 ^{Ba}
	0.4	88.22±0.12 ^{Bd}	88.29±0.28 ^{Cd}	88.62±0.09 ^{Cc}	88.53±0.12 ^{Cb}	89.76±0.11 ^{Ca}
	0.6	86.81±0.05 ^{Ce}	86.65±0.24 ^{Dd}	87.34±0.08 ^{Dc}	87.76±0.10 ^{Db}	88.21±0.10 ^{Da}
	0.8	86.53±0.23 ^{Dd}	86.63±0.18 ^{Dc}	86.79±0.10 ^{Ec}	86.63±0.11 ^{Eb}	87.88±0.16 ^{Ea}
a	control	-2.92±0.08 ^{Aa}	-2.92±0.07 ^{Aa}	-2.79±0.22 ^{Ab}	-2.78±0.05 ^{Ab}	-2.67±0.06 ^{Ac}
	0.2	-2.19±0.08 ^{Ba}	-2.00±0.12 ^{Bb}	-1.88±0.16 ^{Bc}	-1.84±0.10 ^{Bc}	-1.77±0.03 ^{Bd}
	0.4	-1.57±0.15 ^{Ca}	-1.54±0.08 ^{Ca}	-1.45±0.13 ^{Cb}	-1.39±0.07 ^{Cc}	-1.17±0.06 ^{Cd}
	0.6	-0.81±0.11 ^{Da}	-0.79±0.06 ^{Da}	-0.78±0.06 ^{Da}	-0.77±0.17 ^{Da}	-0.47±0.07 ^{Db}
	0.8	-0.77±0.06 ^{Da}	-0.76±0.04 ^{Da}	-0.75±0.11 ^{Da}	-0.72±0.12 ^{Db}	-0.46±0.04 ^{Dc}
b	control	11.77±0.23 ^{Dc}	11.89±0.20 ^{Ec}	12.12±0.44 ^{Db}	12.22±0.18 ^{Db}	12.54±0.13 ^{Ca}
	0.2	12.06±0.20 ^{Cc}	12.21±0.52 ^{Dbc}	12.34±0.42 ^{Cb}	12.41±0.19 ^{Cb}	12.75±0.14 ^{Ba}
	0.4	12.24±0.20 ^{Bc}	12.59±0.26 ^{Cb}	12.60±0.17 ^{Bb}	12.76±0.15 ^{Ba}	12.81±0.11 ^{Ba}
	0.6	12.82±0.15 ^{Ab}	12.86±0.18 ^{Bb}	13.23±0.07 ^{Aa}	13.31±0.20 ^{Aa}	13.32±0.13 ^{Ba}
	0.8	12.87±0.27 ^{Ac}	13.10±0.15 ^{Ab}	13.24±0.13 ^{Aa}	13.33±0.15 ^{Aa}	13.36±0.16 ^{Aa}

¹⁾ Powdered red ginseng hydrolyzate-added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=10). Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-E) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

(다) 물성 검사

German Fresh 치즈 (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4 주간 저장 중 1 주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 물성을 측정 한 결과는 Table 92 와 같다. 치즈의 단단하고 푸른 정도를 나타내는 hardness의 경우 홍삼 가수분해물 분말 함량이 높아짐에 따라 유의적으로 감소하였고 ($p<0.05$), 저장이 진행됨에 따라 모든 군에서 감소하였다. 입자들 간의 결합력을 나타내는 cohesiveness의 결과는 홍삼 가수분해물 분말 함량이 많아질수록 높은 값을 나타냈으며 모든 군에서 저장이 진행됨에 따라 증가하였다. 탄성을 나타내는 springiness의 결과는 저장이 진행됨에 따라 약간 감소하는 경향을 보였지만 홍삼 가수분해물 첨가군과 control 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($p>0.05$). 점착성을 나타내는 gumminess와 씹힘성을 나타내는 chewiness의 경우에는 홍삼 가수분해물 첨가군이 control 보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈으며 저장이 진행됨에 따라 감소하였다. 물성 검사를 통해서 홍삼 가수분해물 분말 첨가군과 control 사이에 유의적인 차이가 발견되긴 하였으나 그 값의 차이가 크지 않아서 홍삼 가수분해물 분말 첨가는 치즈의 품질에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

Table 92. Texture properties of powdered red ginseng hydrolyzate-supplemented Frisch K?se during storage at 7°C for 4 weeks

Texture value	Concentration ¹⁾ (%, w/w)	Storage period (week)				
		0	1	2	3	4
Hardness (N)	Control ²⁾	1.62±0.02Aa ³⁾	1.48±0.01Ab	1.43±0.03Ab	1.29±0.07Ac	1.05±0.02Ad
	0.2	1.57±0.05Aa	1.45±0.01Bb	1.07±0.02Bc	0.93±0.04Bd	0.94±0.04Bd
	0.4	1.58±0.02Aa	1.44±0.01Bb	1.01±0.03Cc	0.86±0.03BCd	0.73±0.01Ce
	0.6	1.58±0.02Aa	1.38±0.01Cb	0.98±0.02Cc	0.83±0.03Cd	0.69±0.02De
	0.8	1.47±0.01Ba	1.32±0.01Db	0.84±0.00Dc	0.81±0.02Cd	0.65±0.02De
Cohesiveness	Control	0.58±0.03Cd	0.64±0.02Ac	0.73±0.02Cb	0.75±0.02Cab	0.78±0.01Ca
	0.2	0.61±0.01BCd	0.65±0.01Ac	0.77±0.01Bb	0.78±0.02Cab	0.80±0.01BCa
	0.4	0.62±0.01ABc	0.65±0.02Ab	0.79±0.02Ba	0.81±0.02Ba	0.81±0.01Ba
	0.6	0.63±0.02ABc	0.65±0.02Ac	0.80±0.02Bb	0.84±0.01Ba	0.84±0.01Aa
	0.8	0.65±0.02Ab	0.65±0.01Ab	0.83±0.02Aa	0.85±0.02Aa	0.85±0.02Aa
Springiness (mm)	Control	19.98±0.01Aa	19.94±0.06Aa	19.48±0.06Ab	18.96±0.11Ac	18.77±0.07Ad
	0.2	19.95±0.06Aa	19.90±0.04ABa	19.49±0.32Aa	18.96±0.24Ab	18.66±0.39Ab
	0.4	19.91±0.04Aa	19.87±0.04ABa	19.43±0.23Ab	18.87±0.07Ac	18.53±0.24Ad
	0.6	19.91±0.05Aa	19.87±0.02ABa	19.38±0.43Aab	18.86±0.32Abc	18.51±0.43Ac
	0.8	19.89±0.06Aa	19.86±0.04Ba	19.20±0.41Ab	18.80±0.14Ab	18.32±0.29Ac
Gumminess (N)	Control	0.94±0.01Aa	0.90±0.07Aa	0.88±0.01Aab	0.83±0.03Ab	0.75±0.01Ac
	0.2	0.86±0.02Ba	0.82±0.01Bb	0.77±0.03Bc	0.73±0.02Bd	0.73±0.01Ad
	0.4	0.85±0.02Ba	0.74±0.01Cb	0.72±0.01Cb	0.62±0.02Cc	0.62±0.01Bc
	0.6	0.82±0.01Ca	0.72±0.01CDb	0.71±0.01Cb	0.59±0.02CDc	0.55±0.01Cd
	0.8	0.77±0.02Da	0.67±0.03Db	0.62±0.01Dc	0.55±0.03Dd	0.55±0.02Cd
Chewiness (J)	Control	21.25±1.72Aa	20.68±0.56Aab	20.43±0.45Aab	19.01±1.15Ab	15.93±0.54Ac
	0.2	19.58±0.56Aa	18.97±0.56Ba	16.42±0.20Bb	14.82±0.58Bc	14.17±0.72Bc
	0.4	17.22±1.72Ba	15.99±0.58Ca	15.69±0.17BCa	13.69±0.55BCb	11.80±0.13Cc
	0.6	16.19±1.02BCa	15.62±0.55Ca	15.41±0.83Ca	13.09±0.55Cb	11.00±0.18CDc
	0.8	14.50±0.59Ca	13.58±0.57Db	13.49±0.15Db	12.50±0.25Cd	10.58±0.65Dd

¹⁾ Powdered red ginseng hydrolyzate-added German Fresh cheese

²⁾ Control: German Fresh cheese

³⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=6). Means with different superscripts in a row(a-e) and column(A-D) are significant at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

(라) 관능 평가

German Fresh 치즈 (Control) 와 홍삼 가수분해물 분말을 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가한 German Fresh 치즈를 7°C에서 4 주간 저장 중 1 주 간격 (0, 1, 2, 3, 4 주) 으로 7 점법 (1 = 매우 약하다, 4 = 보통이다, 7 = 매우 강하다)으로 비교한 관능평가 결과는 Table 93 과 같다. 평가항목은 크게 외관, 향 및 맛, 조적감으로 나누었다. 홍삼 가수분해물 분말 함량이 많을수록 갈색도와 쓴 맛, 떼은 맛이 유의적으로 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). 또한 분말 함량이 높을수록 발림성과 부드러움이 증가하였으며, 저장기간이 진행되면서 계속해서 증가하였다. 이와 같은 결과는 홍삼 가수분해물 분말 자체 특유의 색깔과 쓴 맛, 떼은 맛 때문이라고 사료된다. 저장기간이 길어짐에 따라 홍삼 분해물 분말 첨가군과 control 모두 신 맛이 증가하였다. 관능 검사 결과에 따라 German Fresh 치즈의 저장 기간은 3주가 적당할 것으로 사료되며 0.2, 0.4% 의 분말 첨가가 적당할 것으로 보인다.

Table 93. Sensory evaluation of powdered red ginseng hydrolyzate-supplemented Frisch K7se during storage at 7°C for 4 weeks

Sensory	Concentration ²⁾ (%, w/w)	Storage periods (week)					
		0	1	2	3	4	
Appearance	Control ¹⁾	1.00±0.00 ^{CaD}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Da}	
	0.2	1.29±0.49 ^{BcD}	1.57±0.53 ^{BcD}	1.86±0.38 ^{CDe}	2.00±0.58 ^{Ba}	2.00±0.00 ^{Ca}	
	0.4	1.71±0.49 ^{Bc}	2.00±0.58 ^{Bbc}	2.29±0.76 ^{BcD}	2.43±0.53 ^{Ba}	2.71±0.49 ^{Ba}	
	0.6	2.43±0.53 ^{Ab}	2.86±0.69 ^{Ab}	2.86±1.07 ^{AB}	3.14±0.69 ^{Ab}	3.57±0.53 ^{Aa}	
	0.8	2.71±0.49 ^{Ab}	2.86±0.69 ^{Ab}	3.29±1.11 ^{Ab}	3.14±0.69 ^{Ab}	4.14±1.07 ^{Aa}	
	Sourness	Control	1.00±0.00 ^{Ad}	1.00±0.00 ^{Bd}	3.00±0.00 ^{Ac}	3.57±0.53 ^{Ab}	4.43±0.53 ^{Aa}
		0.2	1.00±0.00 ^{Ac}	1.43±0.53 ^{Bc}	2.57±0.53 ^{Ab}	3.71±0.95 ^{Aa}	3.86±0.38 ^{Aa}
		0.4	1.00±0.00 ^{Ac}	1.86±0.69 ^{AB}	2.71±0.49 ^{Ab}	3.86±0.69 ^{Aa}	4.00±1.41 ^{Aa}
		0.6	1.29±0.76 ^{Ac}	2.57±1.27 ^{Ab}	2.71±1.25 ^{Ab}	3.86±1.21 ^{Ab}	4.43±1.62 ^{Aa}
		0.8	1.29±0.76 ^{Ac}	2.71±1.60 ^{Ab}	3.14±1.46 ^{Ab}	4.14±1.46 ^{Ab}	4.71±1.80 ^{Aa}
	Bitterness	Control	1.00±0.00 ^{Ad}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ba}	1.00±0.00 ^{Ba}
		0.2	1.00±0.00 ^{Ab}	1.57±0.53 ^{Bb}	1.57±0.53 ^{Cb}	2.57±0.79 ^{Da}	2.86±0.69 ^{Da}
		0.4	1.29±0.49 ^{Ac}	2.71±0.49 ^{Cb}	2.86±0.69 ^{Bb}	4.00±0.58 ^{Ca}	4.29±0.95 ^{Ca}
		0.6	1.43±0.79 ^{Ac}	4.00±1.15 ^{Bb}	4.71±1.25 ^{Ab}	5.00±1.15 ^{Ba}	5.57±1.13 ^{Ba}
		0.8	1.43±0.79 ^{Ac}	4.86±1.07 ^{Ab}	5.14±1.07 ^{Ab}	6.29±0.95 ^{Aa}	6.57±0.79 ^{Aa}
	Astringency	Control	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Ca}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Ca}
0.2		1.43±0.53 ^{Ca}	1.71±0.49 ^{Bc}	2.00±0.00 ^{Bc}	2.14±0.69 ^{Ca}	2.14±1.07 ^{Ca}	
0.4		1.86±0.58 ^{Bc}	2.71±0.49 ^{AB}	2.86±1.46 ^{AB}	3.43±0.79 ^{Ba}	3.57±1.40 ^{Ba}	
0.6		2.82±1.25 ^{AB}	3.14±1.21 ^{Ab}	3.43±2.07 ^{AB}	4.43±1.27 ^{Ba}	4.86±1.46 ^{AB}	
0.8		3.29±1.89 ^{Aa}	3.71±1.80 ^{Aa}	4.00±2.65 ^{Aa}	5.57±1.51 ^{Aa}	5.57±1.62 ^{Aa}	
Ginseng	Control	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Da}	1.00±0.00 ^{Da}	
	0.2	1.71±0.49 ^{Bc}	2.00±0.00 ^{Dc}	2.57±0.53 ^{Dab}	2.71±0.76 ^{Dab}	2.57±0.79 ^{Da}	
	0.4	2.71±0.49 ^{Cb}	3.14±0.69 ^{Cb}	4.14±0.69 ^{Ca}	4.29±0.49 ^{Ca}	4.29±0.76 ^{Ca}	
	0.6	4.00±0.82 ^{Bb}	4.57±0.53 ^{Bb}	5.57±0.53 ^{Ba}	5.57±0.53 ^{Ba}	5.71±0.76 ^{Ba}	
	0.8	5.00±0.82 ^{Ba}	5.71±0.76 ^{Ab}	6.29±0.76 ^{Ab}	6.57±0.53 ^{Aa}	7.00±0.00 ^{Aa}	
Spreadability	Control	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Ca}	4.00±0.00 ^{Ca}	4.00±0.00 ^{Ca}	
	0.2	4.00±0.00 ^{Ab}	4.00±0.00 ^{Ab}	4.14±0.38 ^{Bc}	4.43±0.53 ^{Bc}	4.57±0.79 ^{Bc}	
	0.4	4.00±0.00 ^{Aa}	4.14±0.38 ^{Aa}	4.29±0.49 ^{AB}	4.71±0.95 ^{AB}	4.71±0.95 ^{AB}	
	0.6	4.14±0.38 ^{Ab}	4.29±0.49 ^{Ab}	4.71±0.95 ^{AB}	4.86±0.38 ^{AB}	5.14±0.90 ^{AB}	
	0.8	4.29±0.49 ^{Ab}	4.29±0.49 ^{Ab}	5.00±1.11 ^{Ab}	5.29±1.11 ^{Aa}	5.57±0.98 ^{Aa}	
Softness	Control	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Da}	4.00±0.00 ^{Ca}	
	0.2	4.00±0.00 ^{Ab}	4.00±0.00 ^{Ab}	4.00±0.00 ^{AB}	4.43±0.53 ^{AB}	4.57±0.79 ^{Bc}	
	0.4	4.14±0.38 ^{Aa}	4.14±0.38 ^{Aa}	4.29±0.49 ^{AB}	4.57±0.79 ^{AB}	4.86±0.90 ^{Ba}	
	0.6	4.14±0.38 ^{Ab}	4.29±0.49 ^{Ab}	4.71±0.49 ^{Ab}	5.00±0.82 ^{Aa}	5.29±0.49 ^{AB}	
	0.8	4.29±0.49 ^{Ac}	4.43±0.53 ^{Ab}	4.86±0.69 ^{Ab}	5.14±0.69 ^{Ab}	5.71±0.76 ^{Aa}	

¹⁾ Sensory evaluation was investigated on a 7-point scale (1=very weak, 4=moderate, 7=very strong)

²⁾ Red ginseng hydrolyzate-added German Fresh cheese

³⁾ Control: German Fresh cheese

⁴⁾ Data values were expressed as means ± SD (n=7). Means with different superscripts in a row (a-d) and column (A-E) are significant at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(마) 일반성분 검사

Table 94. Chemical composition of Frisch Käse supplemented with RGH.

%	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash
Con.	19.53±0.01 ^a	63.52±0.05 ^{ab}	12.70±0.05 ^c	1.80±0.05 ^b	36.47±0.05 ^{cd}	1.50±0.01 ^{ab}
0.2%	19.66±0.12 ^a	62.40±0.12 ^c	11.12±0.12 ^d	1.61±0.01 ^c	37.60±0.11 ^b	1.39±0.08 ^{bc}
0.4%	18.70±0.05 ^b	63.26±0.09 ^b	14.89±0.06 ^b	1.84±0.01 ^a	36.74±0.09 ^c	1.36±0.02 ^c
0.6%	18.21±0.04 ^c	60.86±0.11 ^d	16.72±0.03 ^a	1.79±0.02 ^b	39.14±0.11 ^a	1.53±0.02 ^a
0.8%	18.24±0.01 ^c	63.72±0.03 ^a	11.27±0.08 ^d	1.56±0.01 ^d	36.28±0.03 ^d	1.58±0.03 ^a

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 독일식 신선치즈의 일반성분 결과는 Table 94.와 같다. 지방함량은 대조구와 0.2%첨가구에서 각각 19.53%와 19.66%로 유의적으로 높은 지방함량을 나타내었다. 수분함량은 다른 치즈에 비해 높은 수분함량을 나타내는데 이는 신선치즈 제조시 폴딩과 가압공정 없이 제조하기 때문에 유청이 배출량이 비교적 적어서 상대적으로 높은 수분함량을 나타낸다.

(바) 진세노사이드 분석

Table 95. Content of ginsenosides in the Frisch Käse supplemented with RGH (ppm/100g)

	Rf	Rs1(20s)	Rs1(20r)	Rb1	Rc	F1	Rd	Protopanaxatriol(20s)
RAW ¹⁾	3228.4	5539.4	8350.8	11635.3	4019.4	8168.5	14042.1	14883.5
0.2%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	767.3	195.3
0.4%	221.7	439.4	611.8	1070.7	381.9	427.1	915.2	955.5
0.6%	351.3	599.4	761.8	1177.0	421.3	713.7	1406.5	1390.4
0.8%	498.1	748.6	936.5	1594.9	526.1	1006.3	1660.4	1699.7
	Rg3(20s)		Compound K		Rh2(20s)		Rh2(20r)	
RAW ¹⁾	6152.2		19320.0		53347.5		3684.1	
0.2%	0.0		427.3		616.8		0.0	
0.4%	383.8		1200.9		2848.6		0.0	
0.6%	523.9		2035.2		4492.1		119.2	
0.8%	643.5		2193.8		5241.0		183.7	

¹⁾ red ginseng hydrolyzate powder.

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 독일식 신선치즈내 ginsenosides함량 분석은 Table 95.와 같다. 홍삼 가수분해물 분말 첨가량이 많을수록 독일식 신선치즈내 ginsenosides함량 또한 증가하였다. Rf, Rs1(20s), Rs1(20r), Rb1, Rc, F1, Rg3(20s)와 Rh2(20r)는 0.2%첨가구에서는 검출되지 않았지만 Rd, Protopanaxatriol(20s), Compound K, Rh2(20s)에서는 모든 처리 구에서 검출이 되었다.

(6) 홍삼 가수분해물 분말 첨가 Camembert cheese의 이화학적 특성 및 관능평가

(가) pH 측정

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성중 pH변화는 Fig. 84에서 보는바와 같다. 일반적으로 숙성형 자연치즈는 숙성이 경과될수록 치즈 내 유산균의 활성으로 인해 pH 값이 낮아지지만 *Penicillium candidum*의 단백질 분해 효소에 의해 단백질 분해로 인한 알칼리성 물질의 생성으로 치즈의 pH값이 상승하게 된다. 즉 까망베르치즈는 제조직후에는 pH가 4.8부근 이던 것이 숙성 종료기가 가까우면 일반적인 pH가 7.5에까지 도달하기도 한다. 본 실험에서도 마찬가지로 숙성이 경과될수록 모든 실험구에서 pH값은 증가하였다. 이러한 결과에 따르면 홍삼 가수분해물 분말 첨가가 까망베르 치즈의 숙성 중 pH변화에 영향을 주지 않음을 알수 있었다.

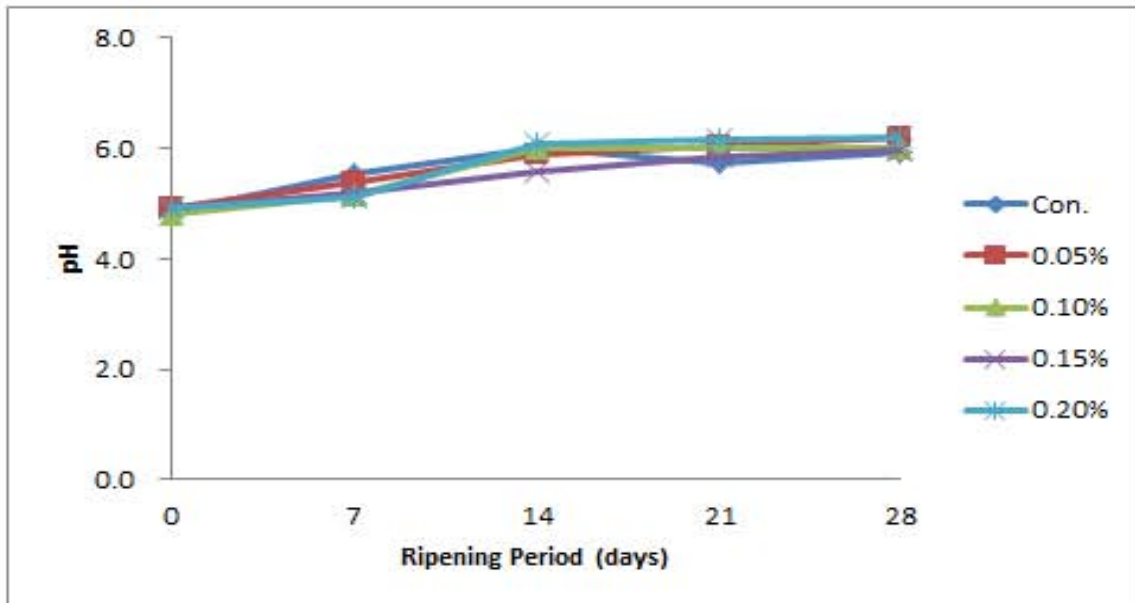


Fig. 84. Change in pH of the Camembert cheese supplemented with RGH during ripening (n=3, p<0.05).

(나) 유산균수 측정

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성중 유산균수의 변화는 Fig.85와 같이 나타났다. 숙성기간이 경과될수록 모든 시험구에서 유산균수는 감소하였으며, 대조구에서 가장 높은 감소폭을 보였다. 숙성형 자연치즈는 요구르트와 달리 축산물가공처리법상 자가품질담묵에 유산균수를 범적기준치로 표시하고 있지는 않지만 숙성형 자연치즈에서 유산균은 그들이 생성하는 여러 가지 효소에 의해 치즈의 맛과 향이 결정되기 때문에 일정한 수의 유산균을 포함하는 것이 치즈 숙성과 유통시의 저장조건에 유리한 작용을 미친다. 하지만 까망베르 치즈의 맛과 향은 유산균보다 *Penicillium candidum*의 의해 더 많은 영향을 받는다. 숙성 28일까지 유산균수는 대조군과 처리구간에 유의성 있는 차이를 보였다.

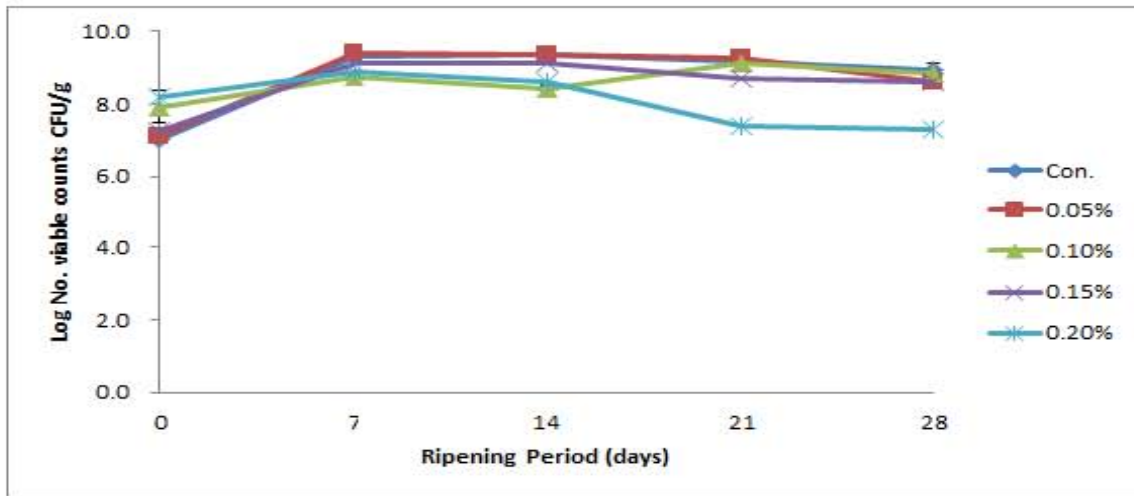


Fig. 85. Changes in lactic acid bacteria counts in the Camembert cheese supplemented with RGH during ripening. (n=9, p<0.05).

(다) 숙성중 수용성질소화합물(WSN) 측정

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성 중 WSN의 변화는 Fig.86에서와 같이 나타났다. 치즈의 숙성 중 수용성 질소함량이 높을수록 높은 숙성도를 나타내는데 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈에서 숙성기간이 경과할수록 단백질 분해도가 높게 진행되어 WSN 함량이 증가하였다. 숙성 0일차에는 모든 실험구간의 유의적 차이는 나타나지 않았지만 숙성 7일차부터 대조구보다 첨가구에서, 첨가구중에서는 첨가량이 많을수록 높은 단백질 분해도를 나타내어 홍삼 가수분해물 분말 첨가가 까망베르 치즈의 숙성도를 촉진시키는 것임을 알 수 있었다.

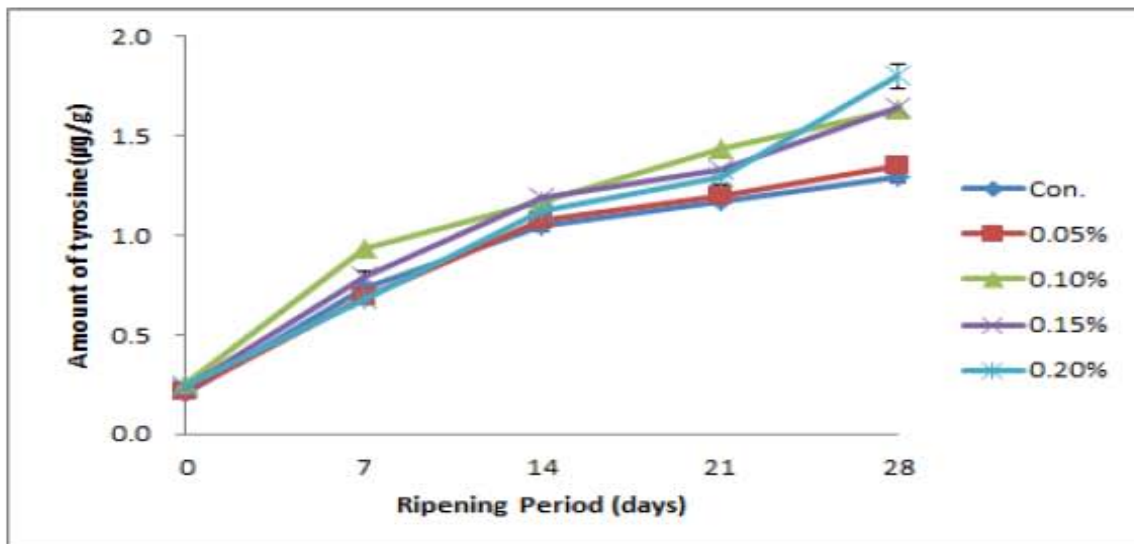


Fig. 86. Change in WSN contents of the Camembert cheese supplemented with RGH during ripening(n=3, p<0.05).

(라) 숙성중 Total phenolic acid 함량 측정

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 숙성중 TP함량 변화는 Fig. 87와 같이 나타났다. 모든 실험구는 숙성기간이 경과될수록 높은 Total phenolic acid 함량을 나타내었다. 숙성 0일차에는 대조구가 30 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은값을 나타냈으며 0.2%처리구에서 60 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었다. Andersen(1991)¹⁵⁾은 *Pericillium*을 이용한 치즈에서 높은 Total phenolic acid 함량 함량을 나타낸다고 하였으며, Roquefort cheese의 경우는 약 300mg/kg의 높은 함량을 나타낸다고 하였다(Apostolidis, 2006)¹⁶⁾. 본 실험 결과 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 Total phenolic acid 함량이 높아 기능성 까망베르 치즈 제조 생산이 가능할 것으로 판단된다.

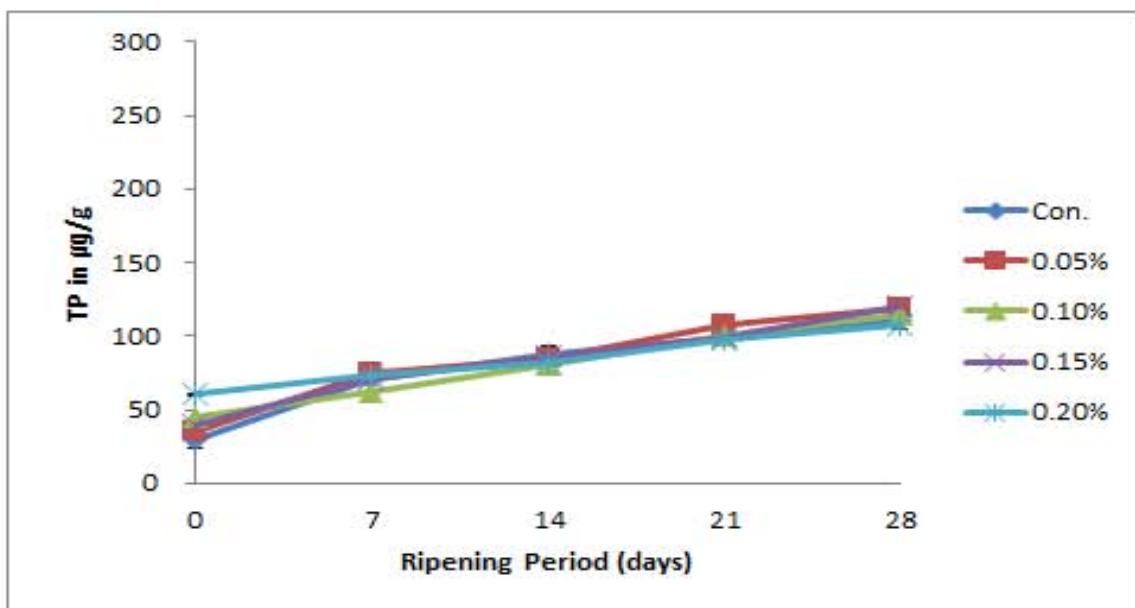


Fig. 87. Summarized results of total phenolic concentration of the Camembert cheese supplemented with RGH during ripening(n=3, p<0.05).

(마) 숙성중 DPPH 라디칼 소거 능 측정

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르 치즈의 숙성중 항산화활성의 변화는 Fig. 88과 같이 나타났다. 숙성 0일차에는 대조구보다 홍삼 가수분해물을 첨가한 처리구에서 높은 항산화활성을 보였으며, 첨가량이 많을수록 높은 활성을 보였다. 숙성 21일과 28일에는 0.15%처리구에서 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다. Apostolidis 등(2007)¹⁷⁾에 의하면 Cheddar, Feta, Roquefort와 English hard cheese의 항산화활성은 각각 32%, 25%, 90%와 30%의 항산화활성

15) Andersen, B. 1991. Consistent production of phenolic compounds by *Pericillium brevicompactum* for chemotaxonomic characterization. *Antonie van Leeuwenhoek*, 60, 115-123.

16) E. Apostolidis, Y.-I. Kwon and K. Shetty. 2007. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8, 46-54

17) Apostolidis, Y.-I. Kwon and K. Shetty. 2007. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8, 46-54

을 나타낸다고 보고하였다. 본 실험에 이용한 까망베르치즈도 Roquefort cheese와 마찬가지로 *Penicillium* 계통의 곰팡이균을 이용하여 치즈를 생산하기 때문에 항산화활성이 높게 나타난 것으로 사료되며 추가로 홍삼 가수분해물 첨가로 인해 기능성치즈 개발이 가능할 것으로 판단된다.

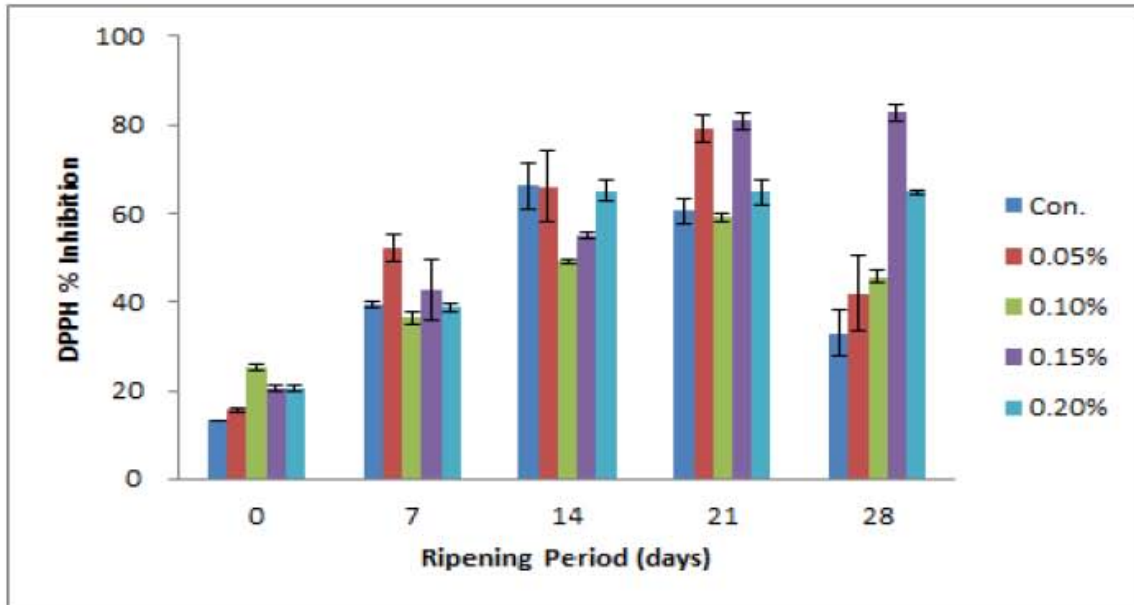


Fig. 88. Summarized results of DPPH scavenging activity of the Camembert cheese supplemented with RGH during ripening(n=3, p<0.05).

(바) 치즈의 일반성분 분석

Table 96. Chemical composition of Camembert cheese supplemented with RGH.

%	FAT	Moisture	Protein	Salt	Total solid	Ash
Con.	29.85±0.06 ^{ab}	47.03±0.05 ^b	20.58±0.05 ^a	1.75±0.01 ^b	52.97±0.05 ^a	1.74±0.07 ^b
0.05%	29.92±0.03 ^a	47.47±0.02 ^a	20.21±0.04 ^b	1.72±0.01 ^b	52.53±0.02 ^b	1.79±0.06 ^b
0.10%	29.45±0.18 ^{cd}	47.51±0.13 ^a	19.24±0.11 ^d	1.74±0.01 ^b	52.49±0.13 ^b	1.62±0.03 ^b
0.15%	29.13±0.11 ^d	47.43±0.03 ^a	19.64±0.07 ^c	1.81±0.02 ^a	52.07±0.15 ^c	1.67±0.11 ^b
0.20%	29.57±0.07 ^{bc}	47.41±0.18 ^a	18.71±0.08 ^e	1.63±0.02 ^c	49.84±0.13 ^d	2.12±0.10 ^a

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 일반성분 결과는 Table 96 과 같이 나타났다. 지방함량은 29.92%로 0.05%처리구에서 가장 높은 함량은 나타냈으며, 단백질함량에서는 대조구에 비해 첨가구에서 낮은 단백질함량을 나타내었다. 처리구간에는 첨가량이 많을수록 낮은 단백질 함량을 나타내었다. 회분의 경우 0.2%처리구에서 가장 높은 회분함량을 나타냈고 대조구와 다른 처리구에서는 유의적 차이는 없었다.

(사) 색도

Table 97. Color of Camembert cheese supplemented with RGH.

	L	a	b
Con.	65.93±0.04 ^a	-2.97±0.01 ^e	8.26±0.02 ^d
0.05%	62.67±0.01 ^b	-2.32±0.01 ^d	8.24±0.02 ^d
0.10%	62.80±0.15 ^b	-1.76±0.01 ^c	9.10±0.01 ^c
0.15%	60.91±0.03 ^c	-1.59±0.01 ^b	10.78±0.01 ^b
0.20%	60.49±0.03 ^d	-1.36±0.01 ^a	11.04±0.01 ^a

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 색도분석 결과는 Table 97 과 같이 나타났다. 명도를 나타내는 L값의 경우 control 보다 홍삼 가수분해물 분말 첨가군이 낮았으며, 함량이 증가할수록 유의적으로 낮은 명도 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). 적색도를 나타내는 a값의 경우 control 보다 홍삼 가수분해물 첨가군이 높은 a값을 나타내었다. 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 치즈와 control 에서는 유의적인 차이가 나타내었다 ($p < 0.05$), 황색도를 나타내는 b값의 경우 홍삼 가수분해물 분말 첨가량에 따라 높은 수치를 나타냈다. 이는 홍삼 가수분해물 분말 자체의 색이 control 색도 변화에 기인하는 것으로 판단되며, 치즈의 품질에는 영향을 미칠 것으로 판단된다.

(아) 관능평가

홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 까망베르치즈의 관능평가 결과는 Fig. 89 와 같이 나타났다. 관능평가는 7일, 14일, 21일과 28일차에 각각 실시하였으며, 숙성 전구간에 걸쳐 대조구에서 전체적 기호도에서 가장 높은 점수를 받았다. 하지만 홍삼 가수분해물 분말을 첨가한 처리구에서는 신맛, 쓴맛, 전체적기호도에서 낮은 점수를 받았다. 대조구에 경우 숙성 12일과 21일차에서 전체적 기호도에서 높은 점수를 받았으며, 처리구중에서는 0.05%와 0.1%처리구에서 숙성 12일과 21일차에 대조구 다음으로 전체적기호도에서 높은 점수를 받았지만 홍삼 가수분해물 분말 특유의 쓴맛 때문에 전체적인 대조구에 비해 낮은 평가를 받아 추후 첨가량 조정이 필요하다.

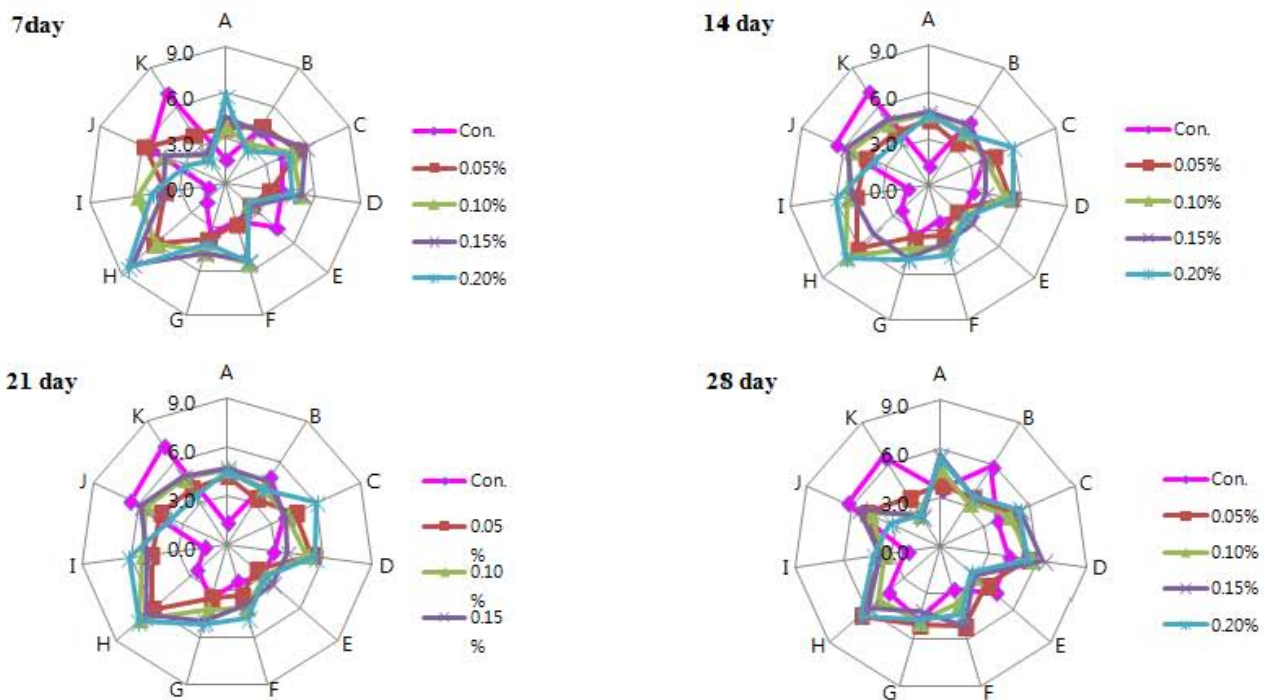


Fig. 89. Sensory acceptability of the Camembert cheese supplemented with RGH (n=12, p<0.05).

A:pungent, B:buttery, C:moldy, D:sweaty, E:sweet, F:sour, G:salty, H:bitter, I:burning, J:texture, K:total acceptability

다. 기능성소재 첨가 치즈의 대량생산 결과

(1) 나노키토산 마리보 치즈 대량 생산

(가) 나노키토산 마리보 블록치즈 생산

원유 50 kg을 이용하여 Fig. 40의 제조공정으로 나노키토산 마리보를 제조한 결과 커드량 7.4 kg 으로 약 14.8%의 커드 수율을 나타냈으며, 나노키토산의 경우 커드량의 0.5%인 37 g을 첨가하였다. 숙성 이전까지의 모든 제조공정을 거쳤을 때 최종 나노키토산 마리보 블록치즈가 6.24 kg 생산되어 블록치즈 수율이 약 12.5%로 나타났으며 이후 진공 포장하여 숙성을 진행하였다.

(나) 나노키토산 마리보 치즈 상품 포장

숙성이 완료된 나노키토산 마리보 블록치즈를 slicer를 이용하여 slicing 한 결과 Fig. 90 과 같은 250 g과 800 g 용량의 제품이 생산되었다. 나노키토산 마리보치즈를 slicing 하는 과정에서 치즈의 수분함량이 높아 집게 형태인 slicer의 고정기에 단단히 고정되지 않고 뭉그러지는 현상이 발생하여 상품성 높은 형태로의 slicing에는 다소 어려움이 발생하였다.



Figure 90. Final products of Maribo cheese supplemented with chitosan powder.

(2) 효소홍삼 아시아고 치즈 대량 생산

(가) 효소홍삼 아시아고 블록치즈 생산

원유 각 50 kg을 이용하여 0.1%, 0.3% 효소홍삼 아시아고를 제조한 결과 커드량 6.02 kg과 5.98 kg 으로 약 12.04%, 11.96%의 커드 수율을 나타냈으며, 효소홍삼분말의 경우 커드량의 0.1%인 6.623 g과 0.3%인 17.94 g을 첨가하였다. 숙성을 제외한 모든 공정을 거쳤을 때 효소홍삼분말을 0.1% 첨가한 아시아고 블록치즈는 5.11 kg, 0.3% 첨가한 아시아고 블록치즈는 4.94 kg 생산되어 블록치즈 수율이 약 10.2%, 9.9%로 나타났으며 이후 진공 포장하여 숙성을 진행하였다.

(나) 효소홍삼 아시아고 치즈 상품 포장

숙성이 완료된 효소홍삼 아시아고 블록치즈를 slicer를 이용하여 slicing 한 결과 Fig. 91, 92 와 같은 250 g과 800 g 용량의 제품이 생산되었다.



Figure 91. Final products of Asiago cheese supplemented with 0.1% red Ginseng powder

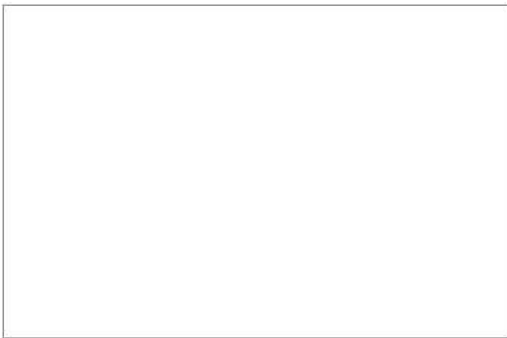


Figure 92. Final products of Asiago cheese supplemented with 0.3% red Ginseng powder

(3) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 치즈 대량 생산

(가) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 블록치즈 생산

원유 각 33 kg을 이용하여 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코를 제조한 결과 커드량 5.54 kg, 5.70 kg으로 약 16.79%, 17.27%의 커드 수율을 나타냈으며, 미세캡슐라이코펜 분말의 경우 커드량의 0.5%인 27.7 g, 28.5 g을 각각 첨가하였다. 진공포장을 제외한 모든 공정을 거쳤을 때 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 블록은 각 5.38 kg, 5.46 kg 생산되어 블록치즈 수율이 약 15.7%, 15.9%로 나타났으며 이후 진공 포장하여 상품포장 이전까지 냉장보관 하였다.

(나) 미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 치즈 상품 포장

미세캡슐라이코펜 퀘소블랑코 블록치즈를 slicer를 이용하여 slicing 한 결과 Fig. 93 과 같은 250 g과 800 g 용량의 제품이 생산되었다.

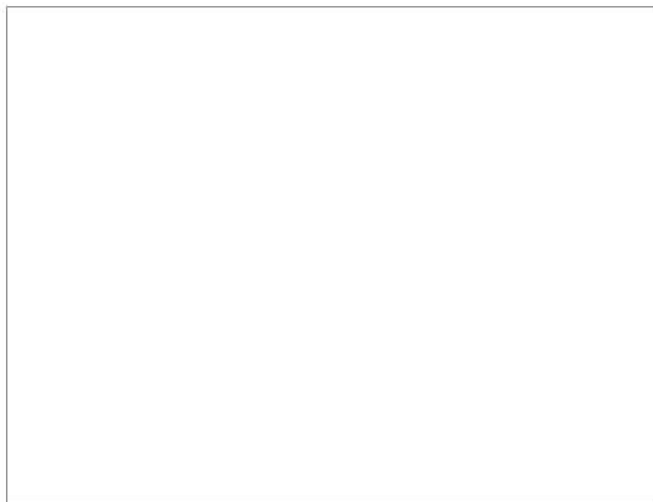


Figure 93. Final products of Queso Blanco cheese supplemented with Micro-capsule Lycopene Powder

(4) 기능성 강화 연질치즈의 품질 규명

(가) 연질치즈의 이화학적 품질 지표 결과

치즈의 이화학적 품질은 대량생산공정에서 가장 중요한 수율, 영양성분, 고형분량을 지표로 설정하였다. 영양성분 중에는 치즈에서 관리하는 지표인 조지방, 단백질, 염(salt), 수분 함량을 측정하였다.

연질치즈 대량생산은 총 9batch, 315kg을 생산하였으며, 1batch는 약 35kg을 생산하였다. 측정 한 값은 하기 Table 98 과 같다.

Table 98. Contents of nutrients and yields of soft cheese

생산 batch No.	조지방	수분	단백질	Salt	고형분 (TS)	수율 (%)
1 batch	23.84	48.79	21.79	1.32	51.21	16.35
2 batch	21.01	49.16	23.66	1.33	50.84	15.88
3 batch	19.37	49.72	24.29	1.40	50.28	15.65
4 batch	20.35	49.19	21.30	1.31	50.91	15.84
5 batch	25.92	48.69	23.63	1.36	49.83	16.72
6 batch	21.41	49.10	24.55	1.30	51.20	15.78
7 batch	20.48	48.15	22.10	1.25	50.11	16.47
8 batch	22.41	48.65	22.94	1.37	50.50	16.33
9 batch	21.58	49.27	23.35	1.25	50.43	15.98

대량생산 한 연질치즈의 조지방 함량은 19.37~25.92%, 수분은 48.15~49.72%, 단백질 함량은 21.30~24.55%의 분포를 나타내었다. Salt 의 함량은 평균 1.3%를 나타냈으며, 고형분의 함량

은 49.83~51.21%였다. 대부분의 값이 안정적으로 나타났으나 유화된 제품인 치즈의 조지방 함량은 약간의 오차를 나타내었다.

연질치즈의 표준규격은 하기 Table 99와 같다.

Table 99. Standards of nutrients in soft cheese

Nutrients	Lower Specification Limit (LSL)	Upper Specification Limit (USL)
조지방	19	23
단백질	20	27
수분	45	50
총 고형분	50	53
수율	15	

연질치즈의 영양성분 표준규격은 상기 표와 같다. 항목특성을 가지는 조지방은 19~23%, 단백질은 20~27%, 수분 45~50%, 총 고형분 50~53%이며, 망대특성을 가지는 수율은 15%이상을 표준규격으로 정하고 있다.

(나) 연질치즈의 대량생산 제품 품질평가

① 정규성 평가

연질치즈의 대량생산 품질평가를 하기 전에 동일한 생산 조건에서 제조된 제품들은 신뢰도 95%에서 정규분포를 만족해야 제품 데이터의 문제가 없고 품질을 평가할 수 있는 기본을 마련하게 된다. 조지방의 평균은 $21.82\% \pm 2.003$, 수분은 $48.97\% \pm 2.003$ 이었으며 정규성 평가 결과 조지방의 p-value는 0.320, 수분은 0.649로서 정규성에 이상이 없으며 데이터가 정규함을 알 수 있다.

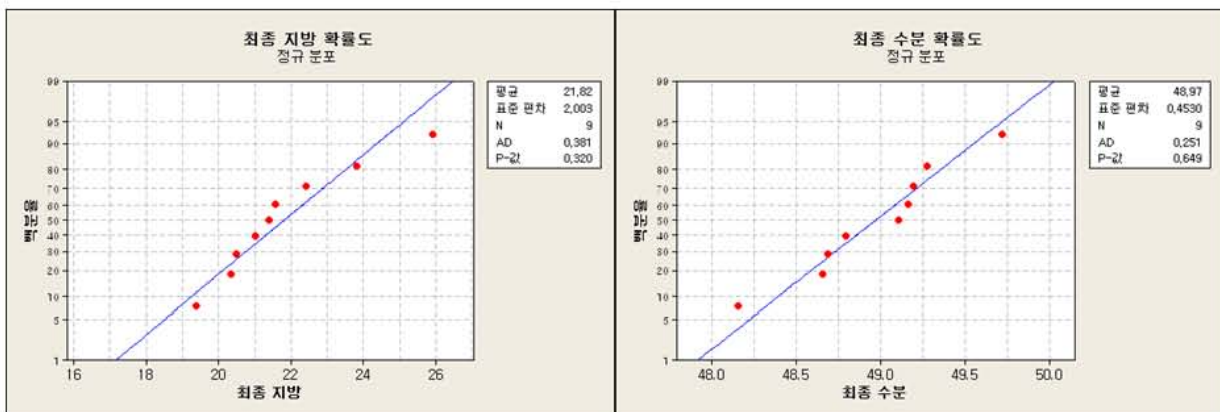


Figure 94. Average and normality analysis about crude fat and moisture contents in soft cheese

단백질의 평균은 $23.07\% \pm 1.126$, 총 고형분의 평균은 $50.59\% \pm 0.4814$ 이었고, 정규성 검정 결과는 단백질은 p-value 0.642, 총 고형분은 p-value 0.805로 역시 데이터는 정규하였다.

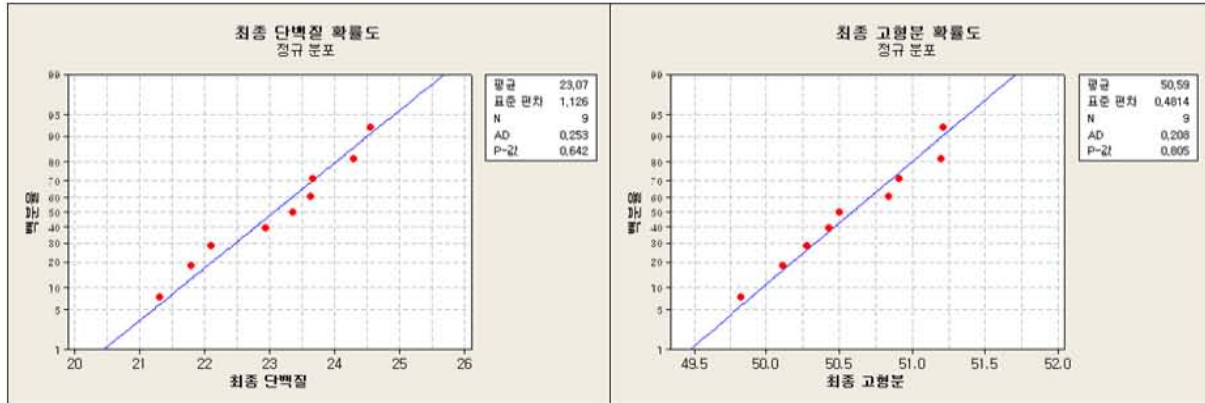


Figure 95. Average and normality analysis about crude protein and solid contents in soft cheese

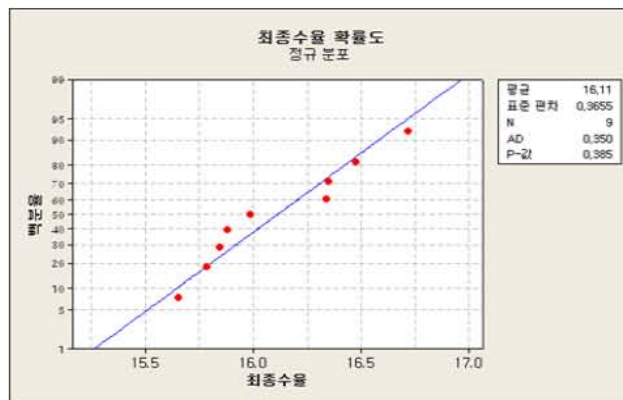


Figure 96. Average and normality analysis about yields of soft cheese

수율의 평균은 $16.11\% \pm 0.350$ 으로 규격인 15%를 초과하였으며 정규성 평가 결과 역시 p-value 값이 0.385로서 데이터가 정규하였다.

② 잔차 및 산포도 분석

조지방과 수분을 포함한 모든 run chart를 보시면, 추세, 진동, 혼합물화, 군집화 등 데이터에 특별한 패턴이나 규칙성 없이 데이터가 random(랜덤)하며 데이터에 이상이 없이 산출되었음을 알 수 있다. 모든 관측지표에서 p-value값이 0.05보다 크며 run chart 모양에서도 특별한 패턴이나 유형을 찾아보기 힘들다. 따라서 재현성 평가 데이터는 신뢰할 수 있으며 품질의 변화없이 지속적으로 같은 품질의 치즈 제품을 생산할 수 있는 공정 최적화가 완료되었음을 알 수 있다. 특히, 런차트를 통해서 데이터의 패턴 변화에 대한 이상 유무를 파악할 수 있기 때문에 어떤 품질지표에서 문제가 발생하고 어떤 유형의 패턴이 있는지를 알 수 있기 때문에 생산 중에 발생하는 문제점을 미리 예측하여 대응할 수 있는 장점이 있다.

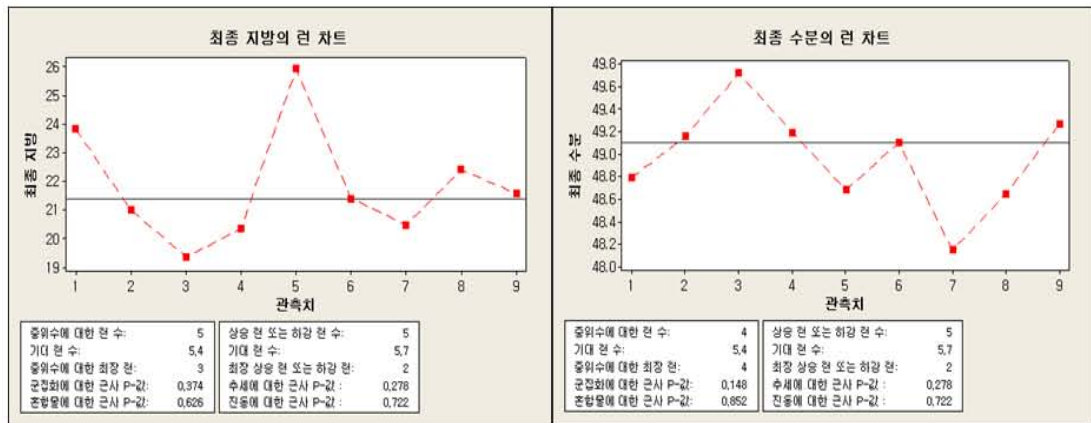


Figure 97. Run-chart analysis about crude fat and moisture contents in soft cheese

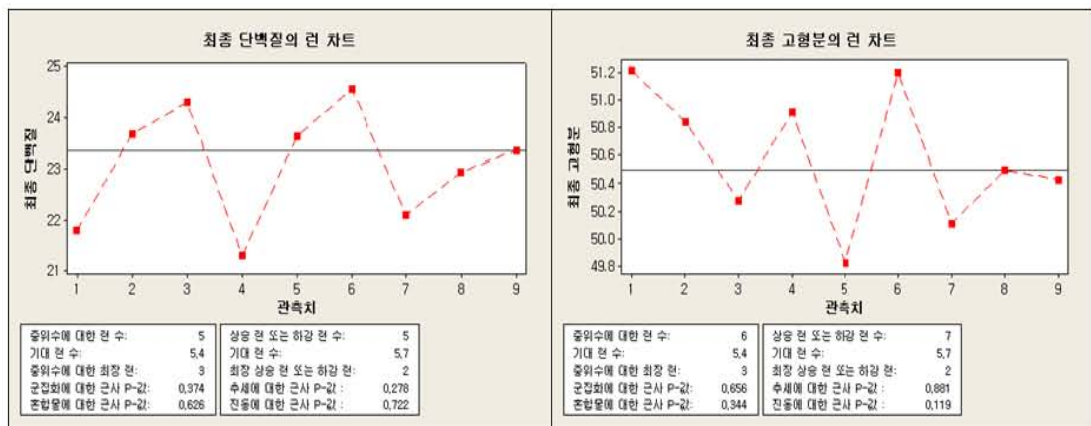


Figure 98. Run-chart analysis about crude protein and solid contents in soft cheese

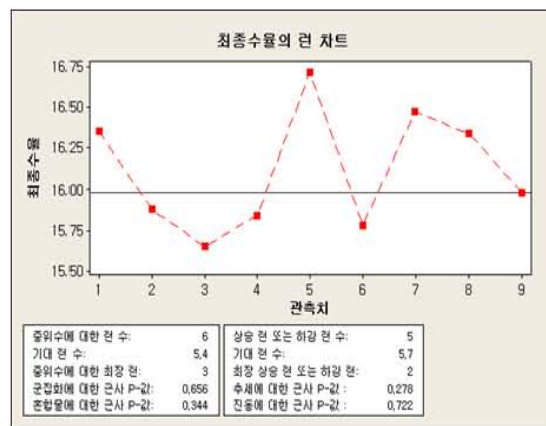


Figure 99. Run-chart analysis about yields of soft cheese

③ 연질치즈의 품질 관리도 작성

I-MR 관리도 개체 관리도로써 샘플 데이터를 1개씩만 구할 수 있는 경우에 사용된다. 측정값을 얻는데 비용이나 시간이 많이 소요되어 현실적으로 1개의 측정값만을 얻는 경우에 적용된다. 치즈 제품의 경우 대량생산을 할 경우 capa가 크며 데이터의 산출은 1개만이 가능하다. 보

통 적게는 1ton, 많게는 15ton 정도의 생산을 하는 치즈의 경우 품질관리 측면에서 I-MR 관리도를 많이 사용한다. 조지방과 수분의 I-MR 관리도를 보면 평균값을 기준으로 관리범위를 3시그마 수준인 $\pm 3 \times \text{표준편차}$ 로 규정하여 관리를 하는 현재의 기준으로 작성된 것이며 한계치인 UCL, LCL을 벗어나는 데이터가 없어 치즈의 조지방과 수분의 함량의 산포가 매우 작게 관리가 되고 있음을 알 수 있다. 연질치즈의 단백질과 고형분 역시 I-MR 관리도의 기준에 맞게 관리가 잘 되고 있음을 알 수 있다. 최종 수율 데이터의 I-MR 관리도 역시 특이한 이상치는 없었으며 데이터가 계속증가하거나 감소하는 경향없이 산포가 일정함을 볼 수 있다.

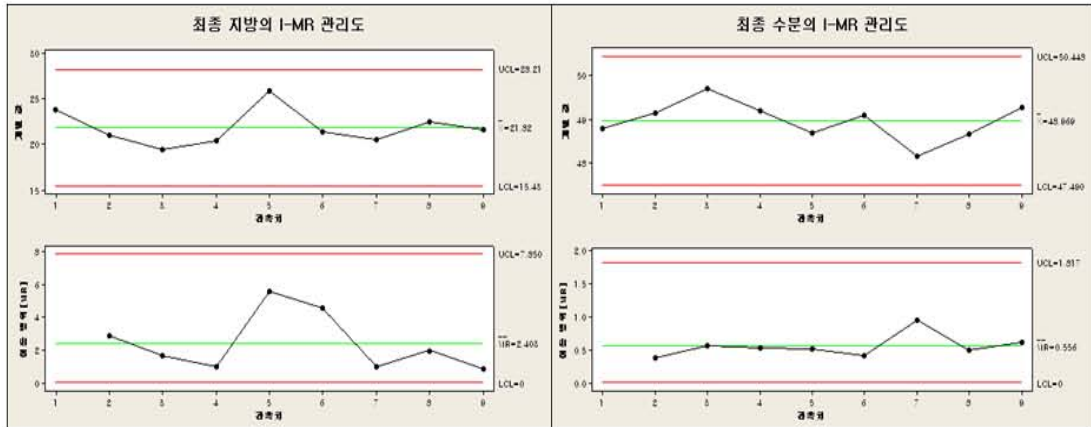


Figure 100. I-MR control chart analysis about crude fat and moisture contents in soft cheese

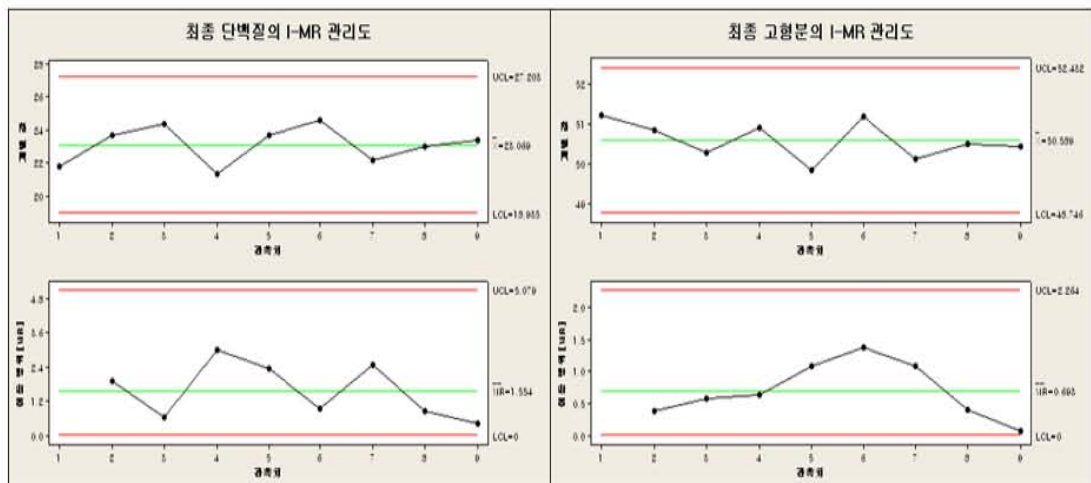


Figure 101. I-MR control chart analysis about crude protein and solid contents in soft cheese

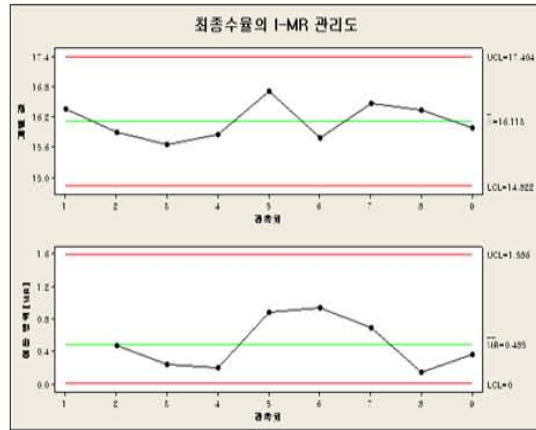


Figure 102. I-MR control chart analysis about yields of soft cheese

결론적으로, 대량생산된 연질치즈는 영양성분과 수율에 있어서 산포가 없이 데이터가 안정하며 정규하여 생산 프로세스가 매우 안정화 되어 있음을 알 수 있다. 관리도가 안정한 만큼 불량보다는 양품의 연질치즈가 생산된 확률이 높아질 수 있다고 판단된다. 특히 관리도의 이상점이 보이지 않는 것으로 보아 눈에 띄는 불량 제품의 생산이 전혀 없어 소비자에게 원하는 품질의 치즈 제품 제공이 가능하겠다.

(다) 연질치즈의 공정능력분석을 통한 불량률 관리

① 조지방에 대한 공정능력분석을 통한 시그마 수준 예측 결과

② 조지방의 관리규격은 19~23%로서 시그마 수준은 1.87%로 불량률이 약 35%로 높게 나타났다. 이는 시험 대량생산으로 일반적인 양보다 적은양만 테스트를 하다보니 커드 생성때 지방의 손실이 발생한 것으로 판단된다. 연질치즈 대량생산때 커드의 생성 및 조지방에 대한 함량관리가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

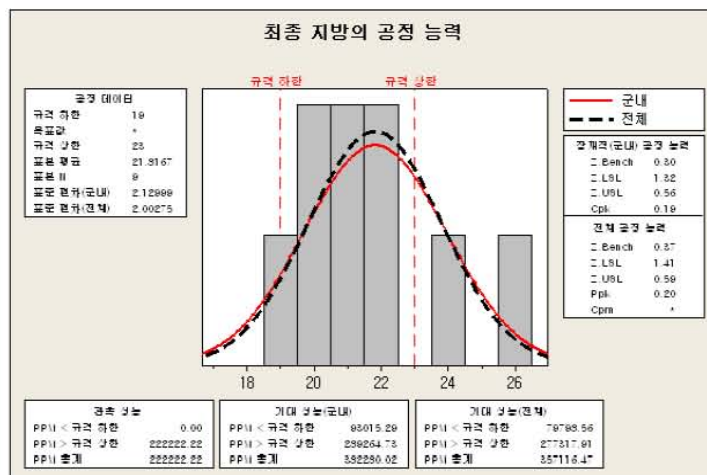


Figure 103. Fraction defective(ppm) analysis about crude fat in soft cheese

㉔ 수분의 관리규격은 45~50%로서 시그마 수준은 3.73 σ 로 불량률이 약 1.1%로 낮게 나타났다. 수분의 경우는 이액현상만 발생하지 않을 경우 수분이 연질치즈 내부에 잘 함유되는 특성이 있어서 98.9%라는 높은 양품율을 나타낸 것으로 판단된다. 대량생산 시에 공정준수 및 원료에 대한 검수가 잘 이루어지면 크게 문제가 되지 않을 듯 하다.

㉕ 단백질의 경우는 표준규격이 20~27%로 규격 자체가 조금 넓어서 수분과 조지방 보다는 시그마 수준이 높게 나타났으며 대부분의 샘플이 관리범위에 들어와 있는 것을 볼 수 있다. 단백질의 품질은 시그마 수준은 4.2 σ 로 매우 양호하며 불량률은 0.3%에 불과하여 연질치즈의 생산 중 단백질의 손실이 없으며 투입하는 단백질이 연질치즈로 거의 99.7% 이행된다고 말할 수 있다.

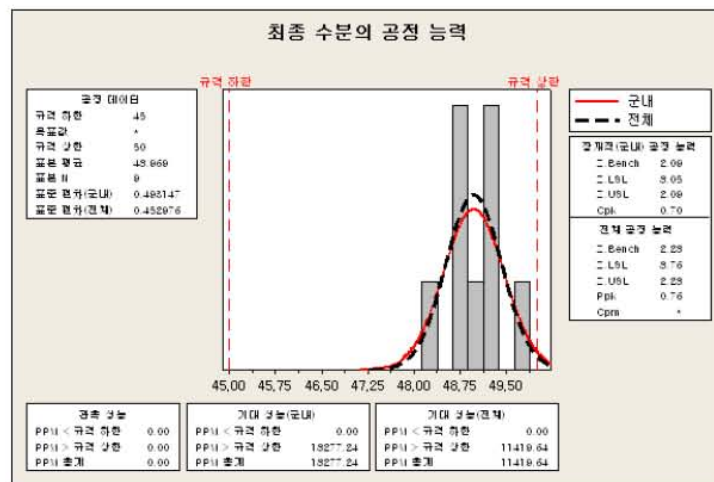


Figure 104. Fraction defective(ppm) analysis about moisture contents in soft cheese

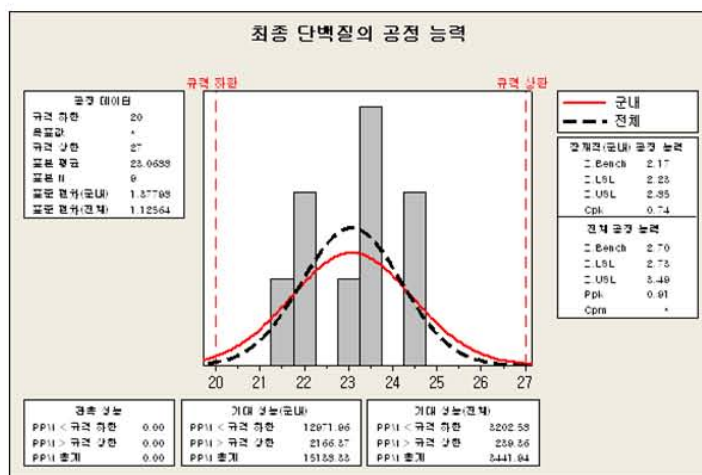


Figure 105. Fraction defective(ppm) analysis about crude protein contents in soft cheese

또한, 연질치즈의 경우 단백질은 관리 규격에서 벗어날 우려가 없기 때문에 치즈의 품질변화에 대한 지표로 활용할 경우 매우 유용한 결과를 나타낼 수 있을것으로 판단된다. 대량생산하는 현장작업자에게 치즈의 단백질 관리가 전체 품질을 예측할 수 있는 계기가 될 수 있겠다.

㉔ 총 고형분은 관리규격을 50-53%로 규정하고 있으며 이에 대한 공정능력 분석 결과 2.72 σ 수준으로 DPMO(불량율)은 약 11%를 보이고 있다. 치즈의 고형분은 조지방, 수분과 같은 일반 성분관리보다 조금 까다로우며 loss에 대한 부분이 반영되다보니 소규모의 test에서는 loss이 더 커서 불량률이 약간 높게 나타났다. 연질치즈는 물성이 약해 조금 더 총 고형분의 loss율이 많을 수 있으므로 대량생산 중 총 고형분에 대한 관리가 집중적으로 이루어져야 하겠다.

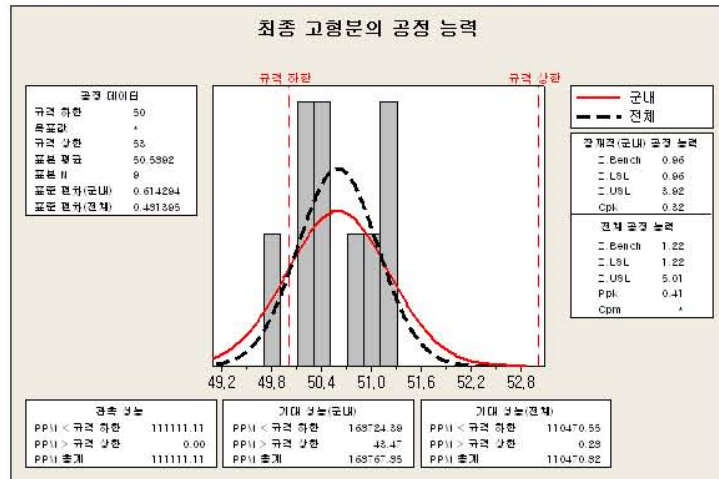


Figure 106. Fraction defective(ppm) analysis about solid contents in soft cheese

㉕ 수율

연질치즈의 대량생산에서 영양성분 규격도 중요하지만 제품을 판매해야하는 입장에서는 수율이 돈과 직접적으로 연관되어 있기 때문에 매우 중요하다.

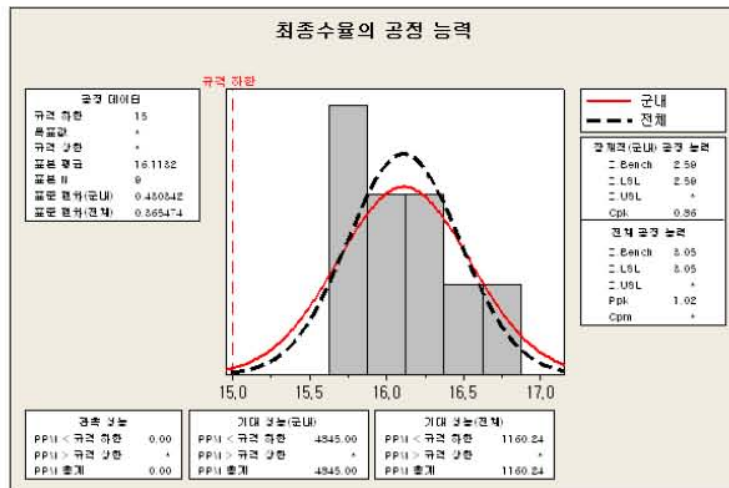


Figure 107. Fraction defective(ppm) analysis about yields of soft cheese

수율은 규격이 망대특성이 15% 이상인데, 4.55 σ 로서 불량률이 0.12%로 매우 양호하게 나타났다. 연질치즈의 대량생산에 있어서 수율의 공정능력에 문제가 없고 불량률이 매우 낮아 현장에서는 수율에 대한 부담감이 해소될 수 있으며 수율관리가 크게 어렵지 않을 것으로 판단된다. 목표는 수율이 15%이지만 앞으로 대량생산 제품에서는 15.5-17.0%를 기대할수 있을 것을 판단된다.

(라) 단기 및 장기 공정능력분석 결과

단기 및 장기 공정능력 분석결과를 종합해 보면 영양성분 중 단백질 함량, 일반관리 성분중 총 고형분 함량 부분에 있어서 단기 및 장기적인 측면에서 불량률이 높게 나타났기 때문에 공정상에서 단백질 함량 체크, 총 고형분 함량 체크를 시간단위로 정해서 장부에 기입해가며 관리해야하며 단백질 함량과 총 고형분의 함량이 미달될 때는 공정상의 문제점을 찾아 해결해야 될 것으로 판단된다. 단백질 함량과 총 고형분 함량이 상관관계가 높을 것으로 판단되어 두 성분 중 단백질 함량 혹은 총 고형분 함량 어느 것 하나라도 함량 관리가 이루어지면 두 성분에 대한 불량률 문제가 해결 될 것으로 사료된다.

(5) 소비자기호도 조사

(가) 키토산 마리보치즈

키토산마리보치즈의 소비자기호도 조사분석 결과 전반적인 기호도에서는 “좋다”와 “매우좋다” 부분에서 57%로 매우 긍정적인 결과늘 보였으며, 70%이상의 구매의향이 있다고 하였다.

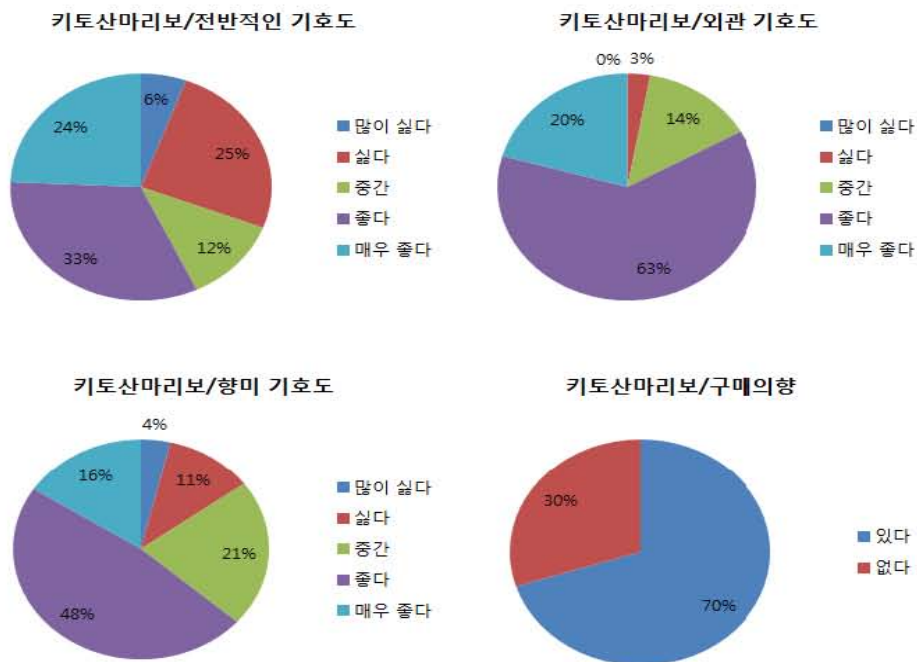


Fig. 108. Consumer preference test of the Maribo cheese supplemented with chitosan powder (n=107, p<0.05).

(나) 홍삼 아시아고 치즈(0.1%)

홍삼 가수분해물 분말 0.1%를 첨가한 아시아고치즈의 소비자 기호도분석은 다음과 같다. 전반적인 기호도에서 “매우좋다”가 14%, “좋다”가 48%로 긍정적인 답변이 62%를 나타내었으며, 외관과 기호도에서도 긍정적인 답변이 각각 78%, 66%를 나타내어 구입의향이 있다가 64%로 제품 상품화가 가능할 것으로 판단된다.

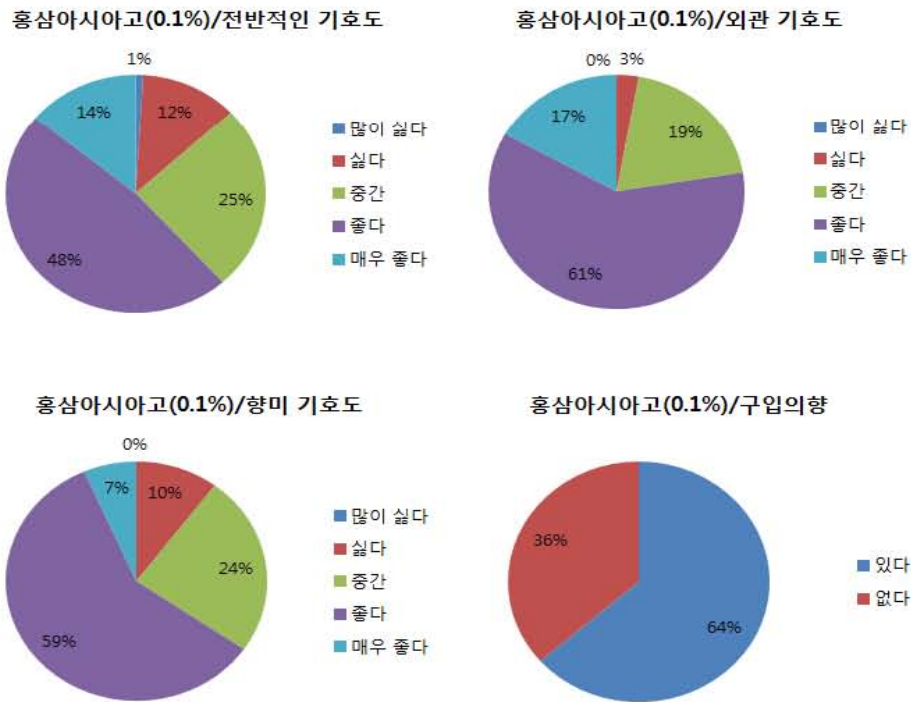


Fig. 109. Consumer preference test of the Asiago cheese supplemented with 0.1% Red Ginseng Hydrolyzates powder(n=107, p<0.05).

(다) 홍삼 아시아고치즈(0.3%)

홍삼 가수분해물 분말 0.3%를 첨가한 아시아고치즈의 소비자 기호도분석은 다음과 같다. 0.3%를 첨가한 아시아고치즈의 경우 0.1%첨리구와 달리 전반적인 기호도에서 긍정적인 답변이 29%를 차지하였으며, 외관기호도는 58%, 향미기호도는 21%로 모두 50%이하의 결과를 보였다. 이와같이 구입의향에서도 홍삼 가수분해물의 특유의 맛과 향에서 부정적인 쓴맛으로 인하여 구입의향에서 없다가 75%를 차지하여 맛을 위한 제품화를 위해서는 첨가량이 0.3% 이하로 첨가하는 것이 제품화에 좋을 것으로 판단된다.

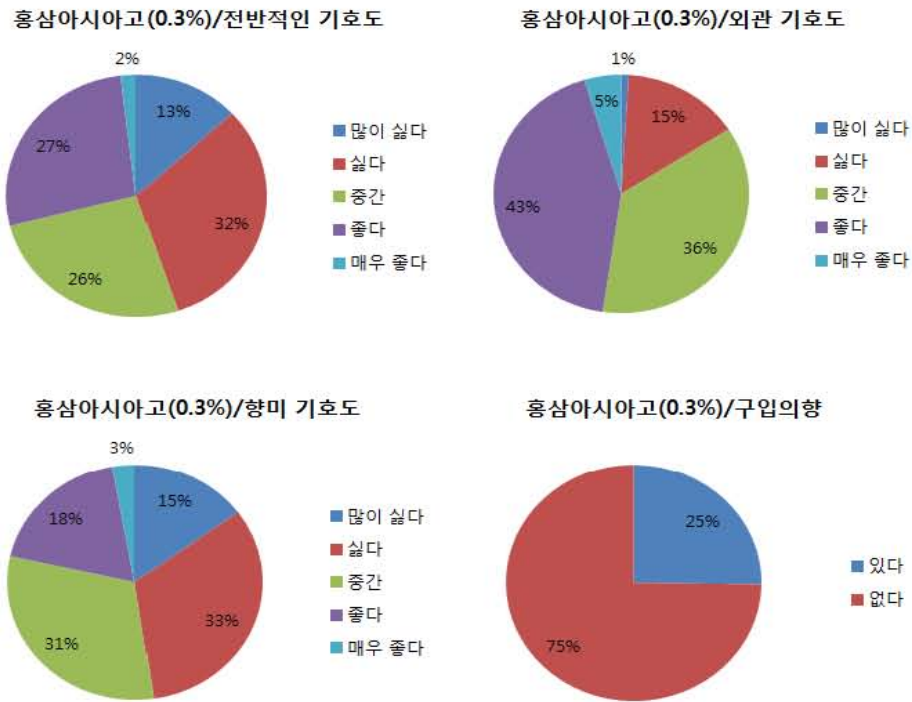


Fig. 110. Consumer preference test of the Asiago cheese supplemented with 0.3% Red Ginseng Hydrolyzates powder(n=107, p<0.05).

(라) 토마토 퀘소블랑코치즈

라이코펜 추출물 미세캡슐분말을 첨가한 퀘소블랑코치즈의 소비자기호도 조사는 다음과 같다. 외관에서 긍정적인 답변이 61%를 차지하였으며, 향미 기호도는 57%를 마찬가지로 전반적인 기호도에서 56%를 차지하였다. 이러한 결과로 구입의향도 59%가 구입의사가 있다고 나타내었다.

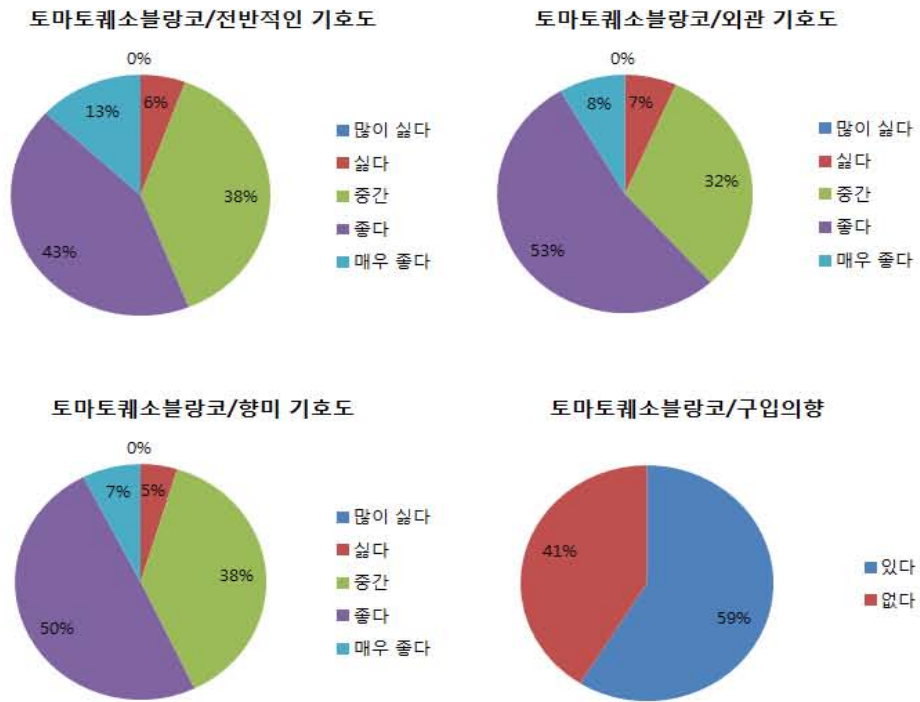


Fig. 111. Consumer preference test of the Asiago cheese supplemented with microencapsulated tomato extract powder(n=107, p<0.05).

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 성과 및 활용목표 대비 실적

1. 제 1 차 년도 (2011)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	관련분야 기여도
1차 년도 (2011)	제 1 세부: 기능성치즈 제조를 위한 건강기능성 소재의 개발	기능성치즈에 적합한 건강 기능성 물질의 탐색 및 선정	100	치즈 및 식품에 잘 어울리는 건강기능성 물질에 대한 기초자료 제공을 통해 연구 의 방향 설정, 향후 연구에 다양하게 활 용할 가능성을 열어둠.
		선정된 건강 기능성 물질의 초미세 입자화 및 이화학적 분석	100	건강기능성 물질의 초미세 입자화(나노분 말화)가 기능성 향상이나 이화학 특성 변 화를 통한 관능적 특성 개선에 효과를 보 여 나노분말화 기술이 식품 적용에 알맞 은 기능성소재 제조기술임을 밝힘.
	제 1 협동: 기능성 반경질치즈 개발을 위한 적정 치즈 제조 기술	기능성 반경질 치즈제조를 위한 배합비 설정	100	선발된 기능성 물질의 최대와 최소 첨가량을 설정하여 반경질 치즈의 맛과 향, 기능성 물질 의 손실율을 최소화하여 다른 기능성 물질의 활용성을 제시함.
		기능성 반경질 치즈제조의 적합한 모델 치즈의 선발, 제조공정 수립	100	치즈 제조시 연합성이 좋고 온화한 향미를 가 진 반경질 치즈중에서 공시치즈를 선발하여 본 실험에 활용하였으며, 향후 다양한 반경질 치즈에 접목 가능성이 있을것으로 판단됨.
		반경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석	100	일반 키토산분말과 나노 키토산분말을 첨가한 Maribo cheese의 숙성중 이화학적 변화 시험 을 진행하여 다양한 연구에 활용할 가능성을 열어둠.
	제 2 협동: 기능성 치즈의 이화학적 및 동물실험	이화학적 및 동물실험을 통한 기능성 반경질 치즈의 품질 규명	100	-숙성중 땅콩나물 나노분말 첨가 Caciocavallo cheese의 이화학적 특성 분석 및 관능평가를 통하여 기능성 반경질 치즈의 품질을 규명함. -일반 키토산분말과 나노 키토산분말을 첨가 한 Maribo cheese의 숙성중 이화학적 실험으 로 치즈의 품질을 규명함.
		기능성 반경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험	100	땅콩나물 나노분말과 분말 첨가 Caciocavallo cheese를 먹여 관절염유발 모델인 DBA/J1 마 우스를 통한 동물실험을 통해 기능성 치즈로 의 가능성을 확인함.

2. 제 2 차 년도 (2012)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	관련분야 기여도
2차 년도 (2012)	제 1 세부: 치즈용 첨단 건강 기능성 물질의 소재화 기술 확립	홍삼 에탄올 추출물 제조 공정	100	홍삼 추출물 내 진세노사이드 수율을 높 일 수 있는 '에탄올 추출' 조건 확립을 통 해 기능이 증대된 홍삼 소재 원료 획득 및 향후 추출기술 활용가능성을 열어둠.
		홍삼 추출물의 효소처리를 통한 F2, Compound K 함량 증대	100	홍삼 추출물 내에서 가장 효과적으로 F2 와 Compound K를 증대시킬 수 있는 Mix 효소(DWase) 개발을 통한 효소처리 기 술력 확보, 체내이용도가 높은 홍삼 소 재 개발 가능
		홍삼추출물의 유기산 처리를 통한 Rg3 함량 증대	100	홍삼 추출물 내에서 가장 효과적으로 Rg3 를 증대시킬 수 있는 pH 조건 설정, 체내이용도가 높은 홍삼 소재 개발 가능
		홍삼 정제공정 최적화	100	홍삼 추출물의 순도가 높임으로써 홍삼 원료량 대비 높은 저분자 진세노사이드 함량의 효소홍삼 개발 가능, 향후 건강기 능성 소재 및 식품 제조 시 원료투입 대 비 효과적인 제품 생산 위해 활용 가능
	제 1 협동: 기능성 경질치즈 개발을 위한 적정 치즈 제조 기술	기능성 경질 치즈제조를 위한 모델 치즈의 선발 및 배합비 설정	100	선발된 기능성 물질의 최대와 최소 첨가량을 설정하여 경질치즈의 맛과 향, 기능성 물질의 손실율을 최소화하여 다른 기능성 물질의 활용 성을 제시함.
		기능성 경질 치즈의 제조공정 수립	100	치즈 제조시 연합성이 좋고 은화한 향미를 가 진 경질 치즈중에서 공시치즈를 선발하여 본 실험에 활용하였으며, 향후 다양한 경질 치즈 에 적용 가능성이 있을것으로 판단됨.
		경질 치즈의 품질 규명을 위한 숙성중 이화학적 분석	100	홍삼분해물 분말과 라이코펜 미세캡슐 분말을 이용한 경질치즈의 숙성중 이화학적 분석을 통 해 기능성물질의 활용도와 향후 기능성 치즈 개발에 가능할것으로 판단됨.
	제 2 협동: 기능성치즈 의 이화학적 및 동물실험	기능성 강화 경질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석	100	-홍삼분해물과 나노홍삼분말을 첨가한 Asiago cheese의 이화학적 특성 분석 및 관능평가를 통하여 기능성 경질 치즈의 품질을 규명함. -라이코펜 미세캡슐 분말을 첨가한 Appenzella cheese의 숙성중 이화학적 실험으 로 치즈의 품질을 규명함.
		기능성 강화 경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험	100	홍삼분해물 첨가 Asiago cheese를 먹여 관절 염유발 모델인 DBA/J1 마우스를 통한 동물실험 을 통해 기능성 치즈로의 가능성을 확인함.

3. 제 3 차 년도 (2013)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	관련분야 기여도
3차 년도 (2013)	제 1 세부: 치즈용 소재의 첨단 건강 기능성 평가 및 산업화	오리자놀, 파이토스테롤, 폴리코사놀 mix 농축물 제조	100	미강유라는 신규 원료와 박막중류장치(SPD) 라는 신규 장비를 이용하여 신규 소재 개발 을 통해 미래의 유망한 고부가가치 소재기술 확보
		Tocotrienol, β -carotene mix 농축물 제조	100	Red palm유 활용도 증대, 신규 소재 개발을 통해 미래의 유망한 고부가가치 소재기술 확보
		효소홍삼 제조공정의 최적화	100	주관기관의 효소기술력 증강 및 신규소재를 이용하여 다양한 item 발굴 가능, 효소홍삼 을 사업화하여 정체되어 있는 홍삼시장 부흥 에 기여
		기능성 연질치즈의 품질 규명	100	'6-시그마' 기술을 도입하여 효율적으로 제품 품질 규명(불량률, 주요 성분 함량) 가능, '기 능성 치즈' 등 여러 신제품에 '6-시그마 기 술' 적용 가능
		공정능력분석 및 관리도 작성을 통한 품질확보	100	'6-시그마' 기술을 도입하여 제품 공정능력분석 및 관리도 작성을 함으로써 효율적으로 제품의 품질관리가 가능함. 공정능력분석과 관리도 작성 을 통해서 치즈제품의 불량률을 0.01%이하 수준 으로 관리가 가능해짐.
	제 1 협동: 대량 생산을 위한 기능성 치즈 개발 (연질치즈)	혈당저하용 치즈 및 혈중 콜레스테롤 인하, 체지방 저하성 치즈 제조 개발연구를 위한 적정 연질치즈 선별	100	혈당저하용 치즈 및 혈중 콜레스테롤 인하, 체지방 저하성이 뛰어난 홍삼분해물 분말과 라이코펜 추출물 미세캡슐 분말을 이용가 능한 연질치즈를 선별하여 실험을 진행하였 으며, 다양한 연질치즈로의 이용이 가능할 것으로 판단 됨.
		기능성 치즈 제조에 따른 적합한 치즈 제조 공정 확립	100	기능성물질을 첨가하기 위하여 제조공정중 첨가 시점 설정 실험을 진행하여 물질별과 치즈별 첨 가시점을 확립하였으며 타 기능성물질의 활용도 를 높일 수 있었음.
		첨단 기능성 물질 첨가에 따른 치즈별 저장관리 기법수립과 치즈의 저장 중 변화 조사	100	기능성물질을 첨가한 연질치즈의 각 치즈별 저장 및 숙성 기법을 수립하여 본 연구를 진행하였으 며 저장중고 숙성중 이화학적 특성을 분석하여 최적의 저장과 숙성 기법을 확립하여 추가 제품 개발을 열어둠.
		기능성 연질치즈의 대량생산을 위한 제조공정 수립 및 시험가동. 경제성을 고려한 제조시간 단축. 기호성 향상을 위한 원유량 및 기타 천연식품소재 활용 방안 모색	100	기존 연질치즈의 제조공정에 기능성물질을 첨가 하였을 때 긴 제조시간으로 경제성을 낮았지만 제조시간 단축을 위해 유청배출시간, 사용균주 변 경, 유청배출시간 및 사용 도구를 변경함으로 향 후 다양한 연질치즈의 경제적으로 제조시간을 단 축할 수 있음을 제시함.

<p>제 2 협동: 이화학적 및 동물실험을 통한 기능성 강화 연질 치즈의 품질 규명</p>	<p>기능성 강화 경질 치즈의 기능성 효능 규명을 위한 동물실험</p>	100	<p>라이코펜 미세캡슐 분말 첨가 Appenzella cheese를 먹여 진행한 동물실험을 통해 혈중 콜레스테롤과 간, 신장에서의 콜레스테롤을 확인하여 기능성 치즈로서의 가능성을 확인함.</p>
	<p>기능성 강화 연질 치즈의 품질 규명을 위한 이화학적 분석</p>	100	<p>홍삼 분해물 분말을 첨가한 Queso blanco와 German Fresh cheese의 이화학적 특성 분석을 통해 기능성 경질 치즈의 품질을 규명함. 라이코펜 미세캡슐 분말을 첨가한 Queso blanco와 German Fresh cheese의 이화학적 특성 분석을 통해 기능성 경질 치즈의 품질을 규명함.</p>

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

가. 연구성과 목표

구분	특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타
	출원	등록	품종명 명칭등록	품종생산 수입판매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차 년도	목표	-	-	-	-	-	-	-	-	
	달성	-	-	-	-	-	-	-	-	
2차 년도	목표	1	-	-	-	-	-	3	2	
	달성	-	-	-	-	-	-	-	-	
3차 년도	목표	2	1	-	-	-	-	6	2	
	달성	3	-	-	-	-	-	7	-	
계	목표	3	1	-	-	-	-	9	4	
	달성	3	-	-	-	-	-	8	-	

나. 연구성과 활용 목표

구분		기술실시 (이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	2	2	1	2	1	
	달성	2	3	-	1	-	

다. 논문게재 성과

1) 논문

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2013	Comparison of nanopowdered and powdered ginseng-supplemented yogurt on its physicochemical and sensory properties during storage	1	1	1	Korea Journal of Food Science of Resource	33(1):24-30	국내	SCI
2013	Physicochemical and antioxidative properties of Korean nanopowdered white ginseng	1	1	2	International Journal of Food Science and Technology	48:2159-2165	국외	SCI
2013	Comparative study of flavor in cholesterol-removed Gouda cheese and Gouda cheese during ripening	1	1	2	Journal of Dairy Science	96:1972-1983	국외	SCI
2013	Comparison of Physicochemical and Sensory Properties between Cholesterol-removed Gouda Cheese and Gouda Cheese during Ripening	1	1	1	Asian-Australian Journal of Animal Sciences	26(12):1773-1780	국내	SCI
2014	Effect of nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese on collagen-induced arthritis (CIA) mouse	1	1	1	Korean Society for Food Science of Animal Resources	34:49-56	국내	SCI

2014	Physicochemical and Sensory Properties of nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening	1	1	2	Korean Society for Food Science of Animal Resources	37:57-64	국내	SCI
2014	Comparison of physicochemical and sensory properties of Asiago cheeses supplemented with nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening	1	1	1	International Journal of Dairy Technology	67(3): 348-357	국외	SCI
2014	Physicochemical and sensory properties of red ginseng extracts-or red ginseng hydrolyzates-supplemented Asiago cheese during ripening	1	1	3	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	Accepted	국내	SCI
2014	Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extracts-supplemented Appenzella cheese during ripening	1	1	1	International Journal of Dairy Technology	제출	국외	SCI
2014	The preventive effects of nanopowdered red ginseng on collagen-induced arthritic mice	1	1	1	Journal of Medicinal food	제출	국외	SCI

Comparison of nanopowdered and powdered ginseng-supplemented yogurt on its physicochemical and sensory properties during storage
(Korea Journal of Food Science of Resource)

Korean J. Food Sci. An.
Vol. 33, No. 1, pp. 24-30 (2013)
DOI: http://dx.doi.org/10.9737/kjfr.2013.33.1.24

Comparison of Nanopowdered and Powdered Ginseng-added Yogurt on Its Physicochemical and Sensory Properties during Storage

Su-Bin Lee, Palanivel Ganesan, and Hae-Soo Kwak*
Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Abstract

This study was conducted to compare the physicochemical and sensory properties of yogurt added with nanopowdered ginseng (NPG) and powdered ginseng (PG) of different concentrations (0.1, 0.3, 0.5, and 0.7%) during the storage at 7°C for 20 d. The pH and viscosity value of yogurt added NPG or PG decreased during the storage. The pH values of the yogurt samples were ranged from 4.0 to 4.6 as a reflective of the freshness. Viscosity values of yogurt with NPG at lower concentrations (0.1 and 0.3%) showed higher values during increased storage time. DPPH radical scavenging activity was significantly higher in the NPG-added yogurt than in the PG during the storage period ($p < 0.05$). The lactic acid bacteria (LAB) counts ranged from 3.0×10^8 to 1.2×10^9 and 2.2×10^8 to 1.1×10^9 CFU/ml in 0.3% NPG and PG-added yogurt, respectively. Increased storage period showed decrease in LAB counts irrespective of the type of ginseng powder and storage period. In sensory test, 0.1 and 0.3% NPG-added yogurt showed similar results to control in yellowness, viscosity, and bitterness. Based on the data obtained from the present study, it was concluded that the concentrations 0.1 and 0.3% (w/v) of NPG could be used to produce NPG-added yogurt without significant adverse effects on physicochemical and sensory properties, and enhance functional value of yogurt.

Key words: yogurt, nanopowdered ginseng, viscosity, antioxidant activity

Introduction

Yogurt is an important fermented dairy products that contains all nutrients and probiotics which are consumed for many generations in various countries like India, China, Japan, South Korea and other Asian countries (Ahn et al., 2012; Gobetti et al., 2004). Addition of plant extract such as date, wheat bran, orange, and other fruits into yogurt were studied to increase functional and quality value of the yogurt (Apostola-Palacios et al., 2005; Fernandez-Garcia et al., 1998; Garcia-Perez et al., 2005). The quality of yogurt increased by serum retention in the addition of 0.5% barley β -glucan; retaining yellow green color by asparagus shoots (Brennan and Tudorica, 2008; Sano et al., 2008). Further, the functional quality increased by the addition of plant polyphenols such as peanut sprouts extract rich in polyphenol like resveratrol (Ahn et al., 2012). However, the addition of certain pharmaceutical plant like ginseng to the dairy products is very

limited. Recently, Jager et al. (2010) studied that pasteurization did not affect the functional value of the ginseng and it can be suitable for the supplementation of various dairy products.

Panax ginseng is widely seen in South Korea, China, America, and India, and has been used as a general tonic to increase vitality and health for old people in oriental medicine (Park, 1999). It has various other beneficial functions, such as prevention of cancer risk associated with smoking, can scavenge superoxide radicals (Keam et al., 2009), inhibit lipid peroxidation through transition metal chelation (Keam et al., 2009). The increase in the functional value of the ginseng mainly due to presence of various functional ingredients like ginsenosides, complex carbohydrates, phytochemicals, and trace minerals. Nanosizing of various plant and animal foods increase the functional value in peanut sprouts and chickpea (Ahn et al., 2012; Park et al., 2007; Seo et al., 2011). However, there are no information on developing the functional yogurt which incorporates the nanopowdered or powdered ginseng. Due to the increase concern of health among consumers and to meet the demand of functional yogurt, a new functional yogurt should be developed using the appropriate functional ingredients, such as nanopowdered

*Corresponding author: Hae-Soo Kwak, Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea. Tel: 82-2-3408-3226, Fax: 82-2-3408-4319, E-mail: kwakhs@sejong.ac.kr

24

Comparative study of flavor in cholesterol-removed Gouda cheese and Gouda cheese during ripening
(Journal of Dairy Science)

J. Dairy Sci. 96:1972-1983
http://dx.doi.org/10.3169/jds.2013-5644
© American Dairy Science Association, 2013.

Comparative study of flavor in cholesterol-removed Gouda cheese and Gouda cheese during ripening

H. J. Jung,* P. Ganesan,* S. J. Lee, and H. S. Kwak*
*Department of Food Science and Technology, and
†Department of Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT

This study was performed to compare the flavor compounds of cholesterol-removed Gouda cheese (CRGC) and those of Gouda cheese (control) during ripening. The CRGC was made using milk treated with micro-linked β -cyclodextrin (β -CD). The solid-phase micro-extraction (SPME) method was used to extract flavor compounds from Gouda cheese. In both CRGC and control cheese, 31 flavor compounds were identified, including 6 from fatty acids, 5 esters, 5 ketones, 1 aldehyde, 3 lactones, 5 alcohols, and 6 miscellaneous compounds. Free fatty acids were the most abundant flavor compounds quantified in CRGC and control cheese. In the early stage of ripening, concentrations of flavor compounds in CRGC and control cheese were 16.42 and 10.38 mg/kg, respectively. At 6 mo, they increased to 48.90 and 67.49 mg/kg, respectively. A group of esters was the second abundant flavor compound in CRGC and control cheese. At the initial stage of ripening, total concentrations of esters were 12.94 (CRGC) and 10.95 mg/kg (control) and they increased to 22.73 (CRGC) and 27.06 mg/kg (control). Total concentrations of ketones were 1.96 (CRGC) and 6.49 mg/kg (control) at the initial stage of ripening. After 6 mo of ripening, total concentrations increased to 11.22 (CRGC) and 92.43 mg/kg (control). In the case of the lactones, at the early stage of ripening, total concentrations of CRGC and control cheese were 0.01 and 0.81 mg/kg, respectively, and then increased to 1.73 (CRGC) and 3.25 mg/kg (control) at the end of ripening. Based on the results of this study, the flavor compounds of CRGC and control showed slightly different profiles during ripening.

Key words: flavor compound, Gouda cheese, cholesterol-removed Gouda cheese

INTRODUCTION

Yellowish Gouda cheese is one of the Dutch-type cheese varieties produced worldwide from bovine, ovine,

or caprine milk (Walstra et al., 1998a,b). Ripening of Gouda cheese takes 1 to 20 mo and it can be consumed based on the flavor preference at various stages of maturity (Walstra et al., 1998a,b). Fat plays a physical role in the cheese flavoring by acting as a solvent for the various flavor-forming reactions (Wijesundera and Drury, 1999). Lipolysis increases the fat-derived compounds, which favors the cheesy flavors in Gouda cheeses (Kinsella, 1975). The fat-derived compounds include FFA, esters, lactones, and ketones, and the formation of cheese flavor is limited by some other parameters such as starter cultures, nonstarter lactic acid bacteria, or nonstarter lactic acid bacteria flora in the cheese plant, chemoanalytical technique, and content of fat or milk (Chamba and Perreud, 2002; Mallatou et al., 2004).

Trends toward healthier eating habits provide increasing interest in low-fat products. However, lowering fat becomes a great concern in Gouda cheese making, which greatly affects the flavor derived from the fat components. Therefore, lowering cholesterol is an alternative in the production of Gouda cheese. Very few studies have investigated the flavor chemistry effect of cholesterol reduction in some cheeses. Jeon et al. (2012a,b) reported that cholesterol removal in whole-milk powder cream cheese and cream cheese was almost identical. Further, volatile and short-chain FFA between the cheeses with and without cholesterol removed were similar. However, no information is available about the effects of cholesterol removal on the volatile profile of Gouda cheese. Because most consumers are not willing to sacrifice the flavor of fat or fat-reduced Gouda cheese, it is crucial to understand the effect of cholesterol reduction on Gouda cheese volatile profiles. Therefore, the main purpose of this study was to determine the effect of cholesterol reduction on the flavor profiles of Gouda cheese.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Raw milk for manufacture Gouda cheese was purchased from Youngbeok Farm (Gyeonggi-do, Korea).

Received April 26, 2013.
Accepted January 2, 2013.
*Corresponding author: kwakhs@sejong.ac.kr

1972

Physicochemical and antioxidant properties of Korean nanopowdered white ginseng
(International Journal of Food Science and Technology)

International Journal of Food Science & Technology
International Journal of Food Science and Technology 2013, 48, 2159-2165

Original article
Physicochemical and antioxidant properties of Korean nanopowdered white ginseng

Su-Bin Lee,* Sanghan Yoo,* Palanivel Ganesan,* & Hae-Soo Kwak*

1 Department of Food Science and Technology, 88 Guseong-dong, Chosung-gu, Chungang University, Seoul 143-747, Korea
2 Department of Oriental Cuisine and Culinary Arts, 142 Bongsong-ro, Haeinsa-gu, Yangsan University, Yangsan 610-702, Korea
(Received 3 December 2012; Accepted in revised form 20 April 2013)

Summary This study was carried out to investigate physicochemical and antioxidant properties of Korean nano white ginseng powder. The particle size of nanopowdered ginseng (NPG) was in the range from 600 to 1000 nm which was significantly smaller than the regular powdered ginseng (PG) which was in the range from 300 to 500 μ m. Carbohydrate content was found to be significantly higher in NPG than PG ($P < 0.05$). Higher L value of NPG was mostly due to the higher light scattering effect of bright ginseng powder. In oil-holding capacity, NPG was significantly higher than PG ($P < 0.05$). Total polyphenol content was not significantly different between NPG and PG, and it was in the range of 52.5% ($P > 0.05$). However, DPPH and ABTS studies showed that NPG has higher antioxidant properties than PG. In overall, NPG showed much higher antioxidant properties compared with PG. Thus, NPG enhances the functional value of Korean white ginseng powder.

Keywords: Antioxidation, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, nano ginseng powder, oil-holding capacity.

Introduction

Ginseng (*Panax ginseng*) has been used as traditional medicine and functional food for more than 2000 years in various Asian countries including China, Korea and India (Kang et al., 2006). The health benefits of Asian ginseng are well known as general tonic, which improve health functions such as wound healing, increasing stamina and other (Yan et al., 2001; Chung et al., 2005). The beneficial function of the Asian ginseng is mainly based on the bioactive components such as saponins, free amino acids and polyphenol (Chung et al., 2005). The polyphenols such as ferulic, cinnamic, syringic, and ginsenosides such as Rg, Rb and Rg₃ are found in the ginseng (responsible for specific actions) and ginsenosides (Fibben et al., 2009). Antioxidant, antiinflammatory, antifungal, and anti-inflammatory effects of various ginsengs have been associated with polyphenols and ginsenosides, but it varies with processing conditions (Choi, 2008). Processing conditions lead to the development of new type of active ginseng ingredients or increase in the ginseng's saponin, ginsenosides, which are the major bioactive ingredients of ginseng (Lee

et al., 2009). Very few researchers reported that the antioxidant property of ginseng increases with mild air-drying at 25–30 °C for 10 days and increase in the antioxidant activity (Kwon et al., 2005) mostly related to the release of phenolic compounds from the cellular constituents. However, to our knowledge, there was no research report of antioxidant properties of nanopowdered ginseng.

Nanosizing is budding technique in the foods, which is used to enhance the functional and biological properties such as solubility and stability (Rasmack & Miller, 2004). Small size of nanostructured particles is one of their most important characteristics in their use for nutritional applications. The particles in the 100–500 nm range have been shown to have different characteristics than larger particles (Wicks et al., 2006). Various nanosized food particles have been studied, such as dithionite and calcium, and were found to increase in their biological properties (Seo et al., 2011). However, nutritional effects of ginseng powders are not yet reported. Although several studies were reported on the chemical composition and health and safety of ginseng and processed ginseng, there is currently limited information on the differences in functional and phenolic compounds in nanopowdered ginseng (NPG). Therefore, the objective of the present study was to compare physicochemical and antioxidant properties

*Correspondence: Fax: +82 2 3408 4319; e-mail: kwakhs@sejong.ac.kr

doi:10.1111/ijfs.12000

© 2013 The Authors. International Journal of Food Science and Technology © 2013 Institute of Food Science and Technology

Comparison of Physicochemical and Sensory Properties between Cholesterol-removed Gouda Cheese and Gouda Cheese during Ripening
(Asian-Australasian Journal of Animal Sciences)

Asian-Australasian Journal of Animal Sciences
Vol. 26, No. 12: 1972-1983 December 2013
http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.12006



www.ajas.info
pISSN 1011-2367 eISSN 1976-8517

Comparison of Physicochemical and Sensory Properties between Cholesterol-removed Gouda Cheese and Gouda Cheese during Ripening

He-Jung Jung, Eun-Jung Ko, and Hae-Soo Kwak*
Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT: This study was performed to compare physicochemical and sensory properties of cholesterol-removed Gouda cheese (CRGC) and Gouda cheese made in the laboratory during ripening. Composition, short-chain free fatty acids (SCFA), aroma, color, and sensory properties were measured. In chemical composition analysis, moisture were significantly different between control cheese (42.98%) and sample cheese (48.32%) ($p < 0.05$). But fat and protein in the control and the sample were 32.77, 22.45 and 31.35, 20.39%, respectively, and were not significantly different ($p > 0.05$). The amount of cholesterol in control was 82.32 mg/100 g and the percentage of cholesterol removal was 90.7%. SCFA increased gradually during ripening and its level of CRGC increased and significantly different from that of control ($p < 0.05$). The total, hardness, gumminess, and chewiness were significantly increased, but colorimetric and springiness were not increased in both cheeses during ripening periods ($p > 0.05$). In comparison of the control and sample cheeses, hardness, and springiness were not significantly different, but colorimetric, gumminess, and chewiness were different ($p < 0.05$). In color measurement, all color values were not different between CRGC and control ($p > 0.05$). However, L* value decreased, while a* and b* values tended to increase significantly ($p < 0.05$). In sensory properties, appearance, aroma, flavor and taste, and texture were significantly increased except buttery and nutty in aroma and sweetness in taste in both cheeses, and were not significantly different between the control and sample cheeses during ripening ($p > 0.05$). Therefore, this study suggests that the quality of cholesterol-removed Gouda cheese is not different from the control cheese. **Key Words:** Cholesterol Removal, Physicochemical and Sensory Properties

INTRODUCTION

The Gouda cheese originated in Holland and was exported as early as 1600. Its name came from a village in western Holland of the same name. Gouda cheese is wheel-shaped with parallel flat sides and is generally ripened in red or orange color. They are made with a range of weights from 300 g to 20 kg. The Gouda cheese has a sweet curd, ripened, and is made from partially skimmed or whole bovine milk. Although dairy products have the healthy image, this image is sometimes not accepted for products containing high fat content, such as cream, butter, and certain types of cheeses. The fat has a close relationship with cholesterol and saturated fat. Some dairy products have high cholesterol content. For example, 100 mg/100 g butter, 105 mg/100 g in ice cream and 110 mg/100 g in cream cheese (Alonso et al., 2009). Public interest about

cholesterol has increased owing to awareness of the relationship of plasma cholesterol to the risk of cardiovascular disease (Flouris et al., 1998). The World Health Organization and the American Heart Association have advised that consumers limit their intake of saturated fatty acids and cholesterol to prevent coronary heart disease (Alonso et al., 2009). The reduction of cholesterol level in dairy products will be an attractive alternative to satisfy consumer's concern and demands (Rakusan et al., 2009). Although powder β -cyclodextrin (CD) has been known as one of the efficient ways to remove cholesterol from dairy products, a single use of β -CD causes economical and environmental problems. To resolve this problem, a crosslinking method was invented. Crosslinking is a usually used as a desaturation technique to reinforce the functionality of starch by ester or intramolecular bond. Recently, milk and dairy products that have had the cholesterol-removed by crosslinked β -CD have been extensively studied. However, information regarding cholesterol-removed Gouda cheese is limited. Therefore, the purpose of this study is to compare CRGC using

* Corresponding Author: H. S. Kwak. Tel: +82-2-3408-3226, Fax: +82-2-3408-4319, E-mail: kwakhs@sejong.ac.kr
Received May 10, 2013; Accepted Jul. 15, 2013; Revised Aug. 6, 2013

Copyright © 2013 by Asian-Australasian Journal of Animal Sciences

Effect of nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese on collagen-induced arthritis (CIA) mouse (Korean Society for Food Science of Animal Resources)

Korean J. Food Sci. An.
Vol. 34, No. 1, pp. 40-49 (2019)
DOI: 10.1101/308100

The Preventive Effects of Nanopowdered Peanut Sprout-added Caciocavallo Cheese on Collagen-induced Arthritic Mice

Dong-Hwi Kim, Yoon Hyeuk Chang¹, and Hae-Soo Kwak²
¹Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea
²Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

Abstract

The present study was carried out to investigate the effects of nanopowdered peanut sprout-added Caciocavallo cheese (NPCC) on the prevention and treatment of demyelinated arthritis in DBA/2J mice sensitized with type II collagen. After the induction of arthritis, the mice were being divided into five groups: (1) normal, non-immunized; (2) CIA, collagen-induced arthritis; (3) NPCC, collagen-induced arthritis treated with nanopowdered peanut sprout; (4) CC, collagen-induced arthritis treated with Caciocavallo cheese (0.6 g/d); (5) NPCC, collagen-induced arthritis in a case of with nanopowdered peanut sprout-added Caciocavallo cheese (0.6 g/d). Nanopowdered peanut sprout was ranged from 300 to 150 µm, while regular powdered peanut sprout were ranged from 30 to 150 µm. The NPCC group had considerable reductions of clinical scores and paw thicknesses at the end of experiment as compared to the CIA group. In the serum analysis, the TNF- α , IL-1 β , IL-6 and IgG₁ levels in the NPCC group have decreased by 69.4, 75.9, 66.6, and 61.9%, respectively, when compared to the CIA group. The histological scores and spleen index of the NPCC group were significantly lower than the CIA group. In conclusion, the feeding NPCC method could effectively and/or prevent the demyelinated arthritis in the collagen-induced arthritis mouse model. Based on this study, nanopowdered peanut sprout could be applied to various functional cheeses.

Key words: demyelinated arthritis, nanopowdered peanut sprout, Caciocavallo cheese

Introduction

Rheumatoid arthritis is a systemic autoimmune illness characterized by chronic inflammation of synovial joints leading to destruction of cartilage and bone, and affects about 1% of world's total population (Borchers et al., 2004; Chavakis et al., 2011; Meiri and Taylor, 2009; Sanchez-Fidalgo et al., 2010; Stamp et al., 2005). A great number of patients suffering from rheumatoid arthritis have been looking for alternative or complementary therapies of which diet is one of the most important factors.

Nowadays, peanut sprouts are obtained from the germination of peanut kernels, and have usually been utilized in the diet as a health food in Asia (Lee et al., 2013; Xiong et al., 2014). According to Burns et al. (2002) and Xiong et al. (2014), peanut sprouts are rich in flavonoid and isoravetrol which can contribute to disease preventive and health promoting properties, such as various cancers,

diabetes mellitus, aging, cardiovascular disease, and so on. Wang et al. (2005) reported that the mineral contents of the sprouts germinated from a variety of peanuts ranged from 11.7 to 25.7 µg/g. In particular, Elmasri et al. (2006) investigated the effects of resveratrol on arthritis in the rabbit model. According to them, decreased cartilage destruction was determined after injecting 10 µmol/kg resveratrol in DMSO into the right knees of the rabbit. Recently, Xuzhu et al. (2013) found that after 23 d treatment of mesenteric (20 mg/kg), the collagen-induced arthritis in the mice was significantly reduced when they evaluated the disease incidence, number of involved paws, footpad thickness, and clinical index.

In recent years, nanotechnology has captured the attention of researchers, manufacturers, and the general population (Park et al., 2007; Rasmack and Miller, 2004). According to Park et al. (2007), nanocalcium supplementation in milk may be an effective way to improve bone calcium metabolism for overexposed rats. Due to the advantage of size effect and high surface reactivity of nanoparticles, nanotechnology is already used in pharmaceutical applications to increase the bioavailability of drugs. However, there are a few reports on applications of

*Corresponding author: Hae-Soo Kwak, Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea. Tel: 82-3-3408-3236, Fax: 82-3-3408-4319, E-mail: kwakhs@sejong.ac.kr

Physicochemical and Sensory Properties of nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening (Korean Society for Food Science of Animal Resources)

Korean J. Food Sci. An.
Vol. 34, No. 1, pp. 57-64 (2019)
DOI: 10.1101/308101

Physicochemical and Sensory Properties of Nanopowdered Chitosan-Added Maribo Cheese during Ripening

Hae-Yeon Kim, Yu-Tan Jeong¹, In-Hae Bae¹, and Hae-Soo Kwak²
¹Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea
²Department of Food Science and Technology, Seonheon National University, Anju 360-742, Korea

Abstract

Nanopowdered chitosan (NPC) has high biological activities, such as blood cholesterol lowering effect and antidiabetic activity. This study is carried out to determine the effects of nano-powdered chitosan-added Maribo cheese (NMC) for the physicochemical properties and sensory analysis during ripening at 14°C for 4 weeks. From the results, the moisture and fat levels are not significantly influenced from the addition of chitosan (p > 0.05), but salt contents increased with increasing chitosan concentrations and the protein contents decreased with increasing chitosan concentrations. In the short-chain fatty acids analysis during ripening, the total production is initially 33.79 ppm in 0.2% NMC and 13.35 ppm in control, and their levels have steadily increased to 79.04 and 131.0 ppm, respectively. For the color levels, the L* values decreased, while the a* and b* values significantly increased during ripening for all samples (p < 0.05). In texture analysis, the hardness and gumminess of NMC significantly decreased as compared to the control during ripening (p < 0.05), while the cohesiveness, springiness and chewiness were not significantly different among the treatments (p > 0.05). In sensory analysis, the hydrolytic off-flavor and bitterness increased slightly with increasing concentrations of NMC during ripening. The overall acceptability of 0.2% NMC held the highest score among the treatments during ripening. From the results obtained, the 0.2% NMC was preferred during the ripening and/or observed the possibility of functional cheese.

Key words: maribo cheese, nanopowdered chitosan, ripening

Introduction

Chitosan, the main derivatives of chitin, is a linear aminopolysaccharide composed primarily of repeating unit of β -(1-4)-linked-N-acetylglucosamine. Various functions of chitosan, such as cholesterol lowering (Gallagher et al., 2010), antitumor (Qin et al., 2002), immuno-enhancing, antidiabetic (Hayashi and Ito, 2001), anti-inflammatory, wound healing, antifungal, and antimicrobial activity, have been reported in numerous studies. However, when chitosan is applied in the food industry, there has been difficulty in dissolving it in water. To increase solubility of chitosan, it has to be modified by chemical techniques. However, chemical modification can cause losing original physicochemical and biochemical properties (Sugimoto et al., 1998). Therefore, nanotechnology may be one of the solutions for this problem.

Nano-sized substances could increase solubility and bioavailability due to the extremely increased surface area (Charaffery et al., 2006; Park et al., 2007). To find the effect of hypoglycemic, nanopowdered chitosan (562 nm) was studied in which 2% NPC-treated goat had 79% higher secretion in insulin than that of commercial powdered chitosan (Seo et al., 2010). In addition, chitosan nanopowder had better hypolipidemic effect than ordinary chitosan in rats (Zhang et al., 2013). Total cholesterol lowering effect from nanochitosan in rat was conducted in which NPC was reduced by 46.6% and PC by 18.6% (Park et al., 2010). NPC as a functional ingredient was applied in milk that could dispense during storage period using by ascorbic acid as a stabilizer and fortifier of vitamin C (Seo et al., 2011). To explore antibactericidal action, a nanochitosan study was also conducted to observe this action using lactic acid bacteria in yogurt. The result of this study showed that NPC-added yogurt contained lactic acid bacteria from 4.75×10^6 to 9.7×10^6 CFU/mL during storage at 4°C for 20 d which was not significantly different from control (p > 0.05) (Seo et al., 2009).

Maribo cheese is one of the representative semi-hard

*Corresponding author: Hae-Soo Kwak, Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea. Tel: 82-3-3408-3236, Fax: 82-3-3408-4319, E-mail: kwakhs@sejong.ac.kr

Comparison of physicochemical and sensory properties of Asiago cheeses supplemented with nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening (International Journal of Dairy Technology)

International Journal of Dairy Technology (SDT) SOCIETY OF DAIRY TECHNOLOGY
doi: 10.1111/1471-0307.12236

ORIGINAL RESEARCH

Comparison of the physicochemical and sensory properties of Asiago cheeses with added nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening

KYUNG-HOON CHOI,¹ SANG-HOON YOO² and HAE-SOO KWAK^{1*}
¹Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul, South Korea, and ²Department of Oriental Culture and Arts, Daegu University, Daegu, South Korea

This study was conducted to investigate the effect of different concentrations of nanopowdered red ginseng (NRG) (200 nm) and powdered red ginseng (PRG) (120 µm) on the physicochemical properties of Asiago cheese (AC) during ripening at 14°C for 4 months. The compositions were similar in both cheeses. Lactic acid bacteria (LAB) counts were not significantly different in NRGAC and PRGAC. However, L* value of 0.1% NRGAC was significantly lower than that of PRGAC. Hardness increased significantly in both cheeses. The overall acceptability of 0.1% NRGAC was similar to that of the control. In conclusion, 0.1% NRGAC was quite similar to control.

Keywords: Asiago cheese, Nanopowder, Red ginseng, Physicochemical property.

INTRODUCTION

Asiago cheese is a hard cheese, derived from Italian Alpine regions. This cheese is classified in terms of age; a young Asiago is called 'Prestige', and an aged form, with a minimum ripening time of 6 months, is called 'Asiago d'Allevio'. Asiago cheese does not have a strong ripened flavour and ripening for over 9 months gives rise to a bitter taste. Since Asiago cheese has moderate level of flavour, Korean and other Asian may prefer.

Various studies have tried to promote the functional properties of cheese by removing cholesterol (Kim et al., 2005, 2008; Bae et al., 2008, 2009), decreasing the salt content (Fucini et al., 2012) and fortifying cheese with some ingredients, such as zinc (Kahman and Utsumi, 2012). Kim et al. (2005) studied the incorporation of evening primrose oil into Cheddar cheese to lower blood cholesterol. But these approaches led to adverse change in the physicochemical properties and taste of cheese. Thus, there is limited information with which to attempt not only to add bioactive components, such as nano-powdered red ginseng into cheese

but also to develop functional cheese with maximum bioactivity.

Ginseng has been used as a traditional medicine for more than 2000 years in Asian countries including China, Korea, and India (Kang et al., 2006). Health-promoting aspects of Asian ginsengs such as tonics which improve conditions like wound healing, increased stamina, and many others are well known (Yim et al., 2001; Chang et al., 2003). The beneficial functions of the ginseng are mainly based on the bioactive components, such as ginsenosides, free amino acids, and polyphenol (Chang et al., 2003). The polyphenols, such as ferulic, cinnamic, syringic and ginsenosides (Rg, Rb and Rg1), are found in the ginseng irrespective of species, cultivation conditions and processing (Lee et al., 2009). Processing conditions lead to the development of new types of active ginseng ingredients or increase the ginsenosides which are the major bioactive ingredients of ginseng (Kim et al., 2007; Lee et al., 2009).

Freeze ginseng is generally processed to improve taste, flavour, and bioavailability. Red ginseng is the most popular type of ginseng, which is prepared by steaming and drying

*Author to whom all correspondence should be addressed. E-mail: kwakhs@sejong.ac.kr
© 2014 Society of Dairy Technology

Physicochemical and sensory properties of red ginseng extracts- or red ginseng hydrolyzates-supplemented Asiago cheese during ripening (Asian-Australasian Journal of Animal Sciences)

Accepted

<p>Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extracts-supplemented Appenzella cheese during ripening (International Journal of Dairy Technology)</p>	<p>The preventive effects of nanopowdered red ginseng on collagen-induced arthritic mice (Journal of Medicinal food)</p>
<p>제출</p>	<p>제출</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lee, S. B., P. Ganesan, and H. S. Kwak. 2013. Comparison of nanopowdered and powdered ginseng-supplemented yogurt on its physicochemical and sensory properties during storage. <i>Korea J. Food Sci. An.</i> 33:24-30. 2. Lee, S. B., S. H. Yoo, P. Ganesan, and H. S. Kwak. 2013. Physicochemical and antioxidative properties of Korean nanopowdered white ginseng. <i>Int. J. Food Sci. Tech.</i> 48:2159-2165 3. Jung, H. J., P. Ganesan, S. J. Lee, and H. S. Kwak 2013. Comparative study of flavor in cholesterol-removed Gouda cheese and Gouda cheese during ripening. <i>J. Dairy Sci.</i> 96:1972-1983 4. Jung, H. J, E. J. Ko, and H. S. Kwak. 2013. Comparison of Physicochemical and Sensory Properties between Cholesterol-removed Gouda Cheese and Gouda Cheese during Ripening. <i>Asian Australas. J. Anim. Sci.</i> 26(12): 1773-1780 5. Kim, H. Y., I. H. Bae, Y. T. Jeong, and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and Sensory Properties of nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening. <i>Korea J. Food Sci. An.</i> 34:57-64 6. Kim, D. H., Y. H. Chang and H. S. Kwak. 2014. Effect of nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese on collagen-induced arthritis (CIA) mouse. <i>Korea J. Food Sci. An.</i> 34:49-56 7. Choi, K. H., S. H. Yoo, and H. S. Kwak 2014. Comparison of physicochemical and sensory properties of Asiago cheeses supplemented with nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening <i>Int. J. Dairy. Tech.</i> 67(3): 348-357 8. Choi K. H., J. Y. Min, P. Ganesan, I. H. Bae and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and sensory properties of red ginseng extracts-or red ginseng hydrolyzates-supplemented Asiago cheese during ripening. (AJAS accepted) 9. Chimed, C., S. H. Yoo and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extracts-supplemented Appenzella cheese during ripening. (<i>Int. J. Dairy. Tech.</i> 제출) 10. Choi, K. H., D. H. Kim, and H. S. Kwak. 2013. The preventive effects of nanopowdered red ginseng on collagen-induced arthritic mice (<i>J. Med. Food</i> 제출) 	

2) 학술대회 포스터 논문 발표

Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. Abs#O-203.

O-203

Effect of nanopowdered peanut sprout-added Caciocavallo cheese on collagen-induced arthritis (CIA) mouse

Kyung-Hoon Choi¹, Dong-Hwi Kim¹, Mohammad Al-Mijan¹, Ha-Soo Kwak¹
 Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

INTRODUCTION

Glucosaminyl chondroitin (GlcNAc-6S), a naturally occurring disaccharide derivative of the amino sugar N-acetylglucosamine (N-acetylglucosamine) (NAG) is a major component of proteoglycans in the extracellular matrix of articular cartilage, meniscus, intervertebral discs, and other connective tissues. It is a major component of proteoglycans in the extracellular matrix of articular cartilage, meniscus, intervertebral discs, and other connective tissues. It is a major component of proteoglycans in the extracellular matrix of articular cartilage, meniscus, intervertebral discs, and other connective tissues.

MATERIALS & METHODS

1. Preparation of nanopowdered peanut sprout (NPS) and Caciocavallo cheese (CC) containing NPS. 2. Preparation of CIA mouse model. 3. Experimental design and animal care. 4. Evaluation of arthritis severity. 5. Histological analysis of articular cartilage. 6. Statistical analysis.

RESULTS

1. Preparation of NPS and CC. 2. CIA mouse model. 3. Arthritis severity. 4. Histological analysis. 5. Statistical analysis.

CONCLUSIONS

1. NPS and CC. 2. CIA mouse model. 3. Arthritis severity. 4. Histological analysis. 5. Statistical analysis.

REFERENCES

1. Choi, K.H., et al. (2013) ... 2. Kim, D.H., et al. (2013) ...

Pharma-nutrition. P-66 (Singapore)

P-66

The Preventive Effects of Nanopowdered Red Ginseng on Collagen-Induced Arthritic Mouse

Kyung-Hoon Choi¹, Dong-Hwi Kim¹, Palanivel Ganesan¹, Ha-Soo Kwak¹
 Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT

Red ginseng has beneficial effects including anti-inflammatory, anti-oxidative, and anti-apoptotic effects. However, the effects of red ginseng on collagen-induced arthritis (CIA) mouse model have not been studied. This study was conducted to investigate the preventive effects of nanopowdered red ginseng (NRG) on CIA mouse model. The effects of NRG on CIA mouse model were evaluated by measuring the body weight, joint swelling, and serum levels of pro-inflammatory cytokines (IL-1, IL-6, TNF- α) and anti-inflammatory cytokines (IL-10, IL-4). The results showed that NRG treatment significantly reduced the body weight loss, joint swelling, and serum levels of pro-inflammatory cytokines in CIA mouse model. These results suggest that NRG may have a protective effect on CIA mouse model.

MATERIALS & METHODS

1. Preparation of NRG. 2. CIA mouse model. 3. Experimental design. 4. Evaluation of arthritis severity. 5. Statistical analysis.

RESULTS

1. NRG. 2. CIA mouse model. 3. Arthritis severity. 4. Statistical analysis.

CONCLUSIONS

1. NRG. 2. CIA mouse model. 3. Arthritis severity. 4. Statistical analysis.

REFERENCES

1. Choi, K.H., et al. (2013) ... 2. Ganesan, P., et al. (2013) ...

J. Dairy Sci. 96. E-Suppl. 1. W220 (USA)

W-220

Comparison of physicochemical properties of Asiago cheese added with nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening (II)

K.H. Choi, P. Ganesan and H.S. Kwak
 Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Asiago cheese is a semi-hard cheese with a high moisture content. The addition of red ginseng to Asiago cheese may improve its physicochemical properties and extend its shelf life. This study was conducted to compare the physicochemical properties of Asiago cheese added with nanopowdered red ginseng (NRG) and powdered red ginseng (PRG) during ripening. The results showed that NRG and PRG treatment significantly reduced the moisture content and increased the pH and titratable acidity of Asiago cheese during ripening. These results suggest that NRG and PRG may have a beneficial effect on the ripening of Asiago cheese.

MATERIALS AND METHODS

1. Preparation of NRG and PRG. 2. Asiago cheese. 3. Experimental design. 4. Evaluation of physicochemical properties. 5. Statistical analysis.

RESULTS

1. NRG and PRG. 2. Asiago cheese. 3. Physicochemical properties. 4. Statistical analysis.

CONCLUSIONS

1. NRG and PRG. 2. Asiago cheese. 3. Physicochemical properties. 4. Statistical analysis.

REFERENCES

1. Choi, K.H., et al. (2013) ... 2. Ganesan, P., et al. (2013) ...

IDF world dairy summit 2013 P-ST051

P-ST051

Physicochemical properties of nanopowdered peanut sprout-added Caciocavallo cheese during ripening

Eun-Jung Ko¹, Hee-Yeon Kim¹, In-Hyu Baek¹, Ha-Soo Kwak¹
 Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Caciocavallo cheese is a semi-hard cheese with a high moisture content. The addition of nanopowdered peanut sprout (NPS) to Caciocavallo cheese may improve its physicochemical properties and extend its shelf life. This study was conducted to evaluate the physicochemical properties of Caciocavallo cheese added with NPS during ripening. The results showed that NPS treatment significantly reduced the moisture content and increased the pH and titratable acidity of Caciocavallo cheese during ripening. These results suggest that NPS may have a beneficial effect on the ripening of Caciocavallo cheese.

MATERIAL AND METHOD

1. Preparation of NPS. 2. Caciocavallo cheese. 3. Experimental design. 4. Evaluation of physicochemical properties. 5. Statistical analysis.

RESULTS

1. NPS. 2. Caciocavallo cheese. 3. Physicochemical properties. 4. Statistical analysis.

CONCLUSION

1. NPS. 2. Caciocavallo cheese. 3. Physicochemical properties. 4. Statistical analysis.

REFERENCE

1. Ko, E.J., et al. (2013) ...

IDF world dairy summit 2013 P-ST052

P-ST052

The preventive effects of red ginseng hydrolyzates on collagen-induced arthritic mice (1)

Kyung-Hoon Choi, Mohammad Al Mijan, Hae-Soo Kwak*

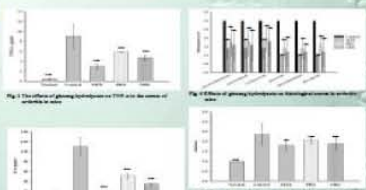
Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT

Consuming the major active components of red ginseng are known to have a variety of health benefits, such as anti-inflammatory, antioxidant, and anti-oxidative effects. However, the low bioavailability of ginsenosides in a major obstacle to its use as a natural source of red ginseng. Therefore, the aim of this study was to investigate the preventive effects of red ginseng hydrolyzates (RH) on collagen-induced arthritis (CIA) in mice. The effects of RH on CIA were evaluated by measuring the levels of pro-inflammatory cytokines (IL-1, IL-6, TNF- α) and collagen-induced arthritis (CIA) score. The results showed that RH significantly reduced the levels of pro-inflammatory cytokines and CIA score in CIA mice. These results suggest that RH may be a potential natural source of red ginseng for the prevention of CIA.

MATERIALS & METHODS

1. Materials: Red ginseng, hydrolyzates and collagen-induced arthritis (CIA) mice.
2. Preparation of red ginseng hydrolyzates (RH): Red ginseng was extracted with distilled water and filtered. The filtrate was concentrated under reduced pressure and dried.
3. Experimental design: CIA was induced in mice by intraperitoneal injection of bovine type II collagen (CII) in 0.1 M phosphate buffered saline (PBS) on days 0, 14, 21, 28, 35, 42, 49, and 56.
4. Sample collection: Blood samples were collected from mice on days 0, 14, 21, 28, 35, 42, 49, and 56.
5. Serum analysis: Serum levels of IL-1, IL-6, and TNF- α were measured by ELISA.
6. Statistical analysis: Data were analyzed by one-way ANOVA.



RESULTS

The effects of RH on CIA mice are shown in Figure 1-4. The results showed that RH significantly reduced the levels of IL-1, IL-6, and TNF- α in CIA mice. The CIA score was also significantly reduced in RH-treated mice compared to the control group.

The results of this study suggest that RH may be a potential natural source of red ginseng for the prevention of CIA. Further studies are needed to confirm these findings.

CONCLUSIONS

1. Red ginseng hydrolyzates (RH) significantly reduced the levels of pro-inflammatory cytokines (IL-1, IL-6, TNF- α) and CIA score in CIA mice.
2. RH may be a potential natural source of red ginseng for the prevention of CIA.

REFERENCES

1. Choi, K.H., Al Mijan, M., Kwak, H.S., 2013. The preventive effects of red ginseng hydrolyzates on collagen-induced arthritis (CIA) in mice. *Journal of Food Science and Technology*, *46*, 1-10.

IDF world dairy summit 2013 P-ST053

P-ST053

Comparison of physicochemical properties of Asiago cheese added with red ginseng enzymatic hydrolyzates and red ginseng extracts during ripening (2)

Kyung-Hoon Choi*, In-Hyeon Bae*, Hae-Soo Kwak*

Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

ABSTRACT

In this study, the physicochemical properties of Asiago cheese were compared by adding red ginseng enzymatic hydrolyzates (RH) and red ginseng extracts (RE) during ripening. The results showed that RH and RE significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Asiago cheese. The pH and titratable acidity (TA) were also significantly reduced in RH and RE-treated cheese compared to the control group. These results suggest that RH and RE may be potential natural sources of red ginseng for the improvement of Asiago cheese quality.

Parameter	Control		RH		RE	
	Value	SD	Value	SD	Value	SD
Moisture (%)	38.5	0.5	37.2	0.4	36.8	0.3
Ash (%)	12.5	0.2	11.8	0.1	11.5	0.1
Fat (%)	25.5	0.3	24.8	0.2	24.5	0.2
pH	5.2	0.1	5.1	0.05	5.0	0.05
TA (%)	0.8	0.05	0.7	0.02	0.6	0.02

MATERIALS & METHODS

1. Materials: Asiago cheese, red ginseng enzymatic hydrolyzates (RH), and red ginseng extracts (RE).
2. Preparation of RH and RE: RH was prepared by enzymatic hydrolysis of red ginseng. RE was prepared by extraction of red ginseng with distilled water.
3. Experimental design: Asiago cheese was ripened at 10°C for 4 weeks. RH and RE were added to Asiago cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of ripening.
4. Sample collection: Samples were collected from cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of ripening.
5. Analysis: Moisture, ash, fat, pH, and TA were analyzed by standard methods.
6. Statistical analysis: Data were analyzed by one-way ANOVA.

RESULTS

The results of this study are shown in Table 1. The results showed that RH and RE significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Asiago cheese. The pH and TA were also significantly reduced in RH and RE-treated cheese compared to the control group.

CONCLUSIONS

1. Red ginseng enzymatic hydrolyzates (RH) and red ginseng extracts (RE) significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Asiago cheese.
2. RH and RE may be potential natural sources of red ginseng for the improvement of Asiago cheese quality.

REFERENCES

1. Choi, K.H., Bae, I.H., Kwak, H.S., 2013. Comparison of physicochemical properties of Asiago cheese added with red ginseng enzymatic hydrolyzates and red ginseng extracts during ripening. *Journal of Food Science and Technology*, *46*, 1-10.

Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. P-211

Physicochemical and sensory properties of microencapsulated tomato extract powder-added German fresh cheese during storage

Hye-Young Kim, In-Hyeon Bae and Hae-Soo Kwak*

Department of Food Science and Technology, Sejong University

¹ Department of Animal Science and Technology, Suncheon National University

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the physicochemical and sensory properties of microencapsulated tomato extract powder (TEP) added German fresh cheese during storage. The results showed that TEP significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in German fresh cheese. The pH and titratable acidity (TA) were also significantly reduced in TEP-treated cheese compared to the control group. These results suggest that TEP may be a potential natural source of tomato extract for the improvement of German fresh cheese quality.

MATERIAL & METHODS

1. Materials: German fresh cheese, tomato extract powder (TEP), and microcapsules.
2. Preparation of TEP: TEP was prepared by extraction of tomato extract with distilled water.
3. Experimental design: German fresh cheese was stored at 4°C for 4 weeks. TEP was added to German fresh cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of storage.
4. Sample collection: Samples were collected from cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of storage.
5. Analysis: Moisture, ash, fat, pH, and TA were analyzed by standard methods.
6. Statistical analysis: Data were analyzed by one-way ANOVA.

Parameter	Control		TEP	
	Value	SD	Value	SD
Moisture (%)	38.5	0.5	37.2	0.4
Ash (%)	12.5	0.2	11.8	0.1
Fat (%)	25.5	0.3	24.8	0.2
pH	5.2	0.1	5.1	0.05
TA (%)	0.8	0.05	0.7	0.02

CONCLUSIONS

1. Tomato extract powder (TEP) significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in German fresh cheese.
2. TEP may be a potential natural source of tomato extract for the improvement of German fresh cheese quality.

REFERENCES

1. Kim, H.Y., Bae, I.H., Kwak, H.S., 2013. Physicochemical and sensory properties of microencapsulated tomato extract powder-added German fresh cheese during storage. *Journal of Food Science and Technology*, *46*, 1-10.

Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. P-212

Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extract added Appenzeller cheese during ripening

Chimed Chogom, Sung-U Ahn, and Hae-Soo Kwak*

Department of Food Science and Technology, Sejong University

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extract (TEP) added Appenzeller cheese during ripening. The results showed that TEP significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Appenzeller cheese. The pH and titratable acidity (TA) were also significantly reduced in TEP-treated cheese compared to the control group. These results suggest that TEP may be a potential natural source of tomato extract for the improvement of Appenzeller cheese quality.

MATERIALS AND METHODS

1. Materials: Appenzeller cheese, tomato extract powder (TEP), and microcapsules.
2. Preparation of TEP: TEP was prepared by extraction of tomato extract with distilled water.
3. Experimental design: Appenzeller cheese was ripened at 10°C for 4 weeks. TEP was added to Appenzeller cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of ripening.
4. Sample collection: Samples were collected from cheese at 0, 1, 2, 3, and 4 weeks of ripening.
5. Analysis: Moisture, ash, fat, pH, and TA were analyzed by standard methods.
6. Statistical analysis: Data were analyzed by one-way ANOVA.

RESULTS

The results of this study are shown in Table 1. The results showed that TEP significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Appenzeller cheese. The pH and TA were also significantly reduced in TEP-treated cheese compared to the control group.

CONCLUSIONS

1. Powdered microcapsules of tomato extract (TEP) significantly reduced the levels of moisture, ash, and fat in Appenzeller cheese.
2. TEP may be a potential natural source of tomato extract for the improvement of Appenzeller cheese quality.

REFERENCES

1. Chogom, C., Ahn, S.U., Kwak, H.S., 2013. Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extract added Appenzeller cheese during ripening. *Journal of Food Science and Technology*, *46*, 1-10.

Annual Meeting of Kor. Soc. For Food
Sci. Anim. Resour. P-213

Physicochemical and sensory properties of red ginseng hydrolyzates-added Queso Blanco cheese during storage
Hyun-Ju Jeong¹, In-Hu Bae², and Han-Soo Kwak^{2*}
¹Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul
²Department of Animal Science and Technology, Sunchon National University

ABSTRACT
The study was carried out to examine physicochemical and sensory properties of different concentrations (0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%) of red ginseng hydrolyzates (RH) added to Queso Blanco cheese. RH was prepared by enzymatic hydrolysis of red ginseng root extract (RH) for 48 hours. The addition of RH to cheese improved the moisture, pH, and titratable acidity (TA) of cheese. The addition of RH to cheese also improved the sensory properties of cheese. The addition of RH to cheese improved the sensory properties of cheese. The addition of RH to cheese improved the sensory properties of cheese.

RESULTS
Table 1. Physicochemical properties of Queso Blanco cheese added with red ginseng hydrolyzates (RH) during ripening (pH, TA, and moisture).
Table 2. Sensory properties of Queso Blanco cheese added with red ginseng hydrolyzates (RH) during ripening (flavor, texture, and color).
Table 3. Ripening properties of Queso Blanco cheese added with red ginseng hydrolyzates (RH) during ripening (firmness, elasticity, and color).

MATERIAL & METHODS
1. Preparation of red ginseng hydrolyzates (RH)
2. Preparation of Queso Blanco cheese
3. Ripening of Queso Blanco cheese
4. Physicochemical analysis
5. Sensory analysis

CONCLUSIONS
The addition of RH to cheese improved the moisture, pH, and titratable acidity (TA) of cheese. The addition of RH to cheese also improved the sensory properties of cheese. The addition of RH to cheese improved the sensory properties of cheese.

REFERENCES
1. Jeong, H. J., Bae, I. H., and Kwak, H. S. (2012). Physicochemical and sensory properties of red ginseng hydrolyzates-added Queso Blanco cheese during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 45(1), 1-5.

Annual Meeting of Kor. Soc. of Anim.
Sci. & Technology. P-215.

Physicochemical and Sensory Properties of Camembert Cheese Supplemented with microencapsulated tomato extract powder
Jai-Sung Lee¹, Min Kim², Hee-Yoon Kim¹, Inhye Bae^{2*}
¹Department of Animal Science and Technology, Sunchon National University, Juseon, 540-043 South Korea
²Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul, 143-747 South Korea

MATERIALS AND METHODS
1. Preparation of microencapsulated tomato extract powder (MTEP)
2. Preparation of Camembert cheese
3. Ripening of Camembert cheese
4. Physicochemical analysis
5. Sensory analysis

RESULTS
Fig. 1. Change in pH of Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening (pH).
Fig. 2. Change in titratable acidity (TA) of Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening (TA).
Fig. 3. Change in moisture content of Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening (moisture).
Fig. 4. Sensory properties of Camembert cheese supplemented with MTEP during ripening (flavor, texture, and color).

CONCLUSIONS
The addition of MTEP to Camembert cheese improved the moisture, pH, and titratable acidity (TA) of cheese. The addition of MTEP to Camembert cheese also improved the sensory properties of cheese. The addition of MTEP to Camembert cheese improved the sensory properties of cheese.

REFERENCES
1. Lee, J. S., Kim, M., Kim, H. Y., and Bae, I. H. (2012). Physicochemical and sensory properties of Camembert cheese supplemented with microencapsulated tomato extract powder. *Journal of Food Science and Technology*, 45(1), 1-5.

학술지 발표 (국내 - 5건, 국외 - 9건)

1. Choi, K. H., D. H. Kim, M. A. Mijan, and H. S. Kwak. 2012. Effect of nanopowdered peanut sprout-supplemented Caciocavallo cheese on collagen-induced arthritis (CIA) mouse. Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. Abs#O-203.
2. Jung, H. J., E. J. Ko, and H. S. Kwak. 2012. Comparison of flavor compounds in cholesterol-removed Gouda cheese and Gouda cheese during ripening. 6th IDF Cheese Ripening & Technol. Symposium. W5.
3. Kwak, H. S., 2012. New approach to cholesterol removal in Cheese. 6th IDF Cheese Ripening & Technol. Symposium. Proceedings:65.
4. Bae, I., Y. T. Jeong, H. Y. Kim and H. S. Kwak. 2012. Physicochemical and sensory properties of nanopowdered chitosan-supplemented Maribo cheese during ripening. The 15th AAAP Animal Science Congress. S12-PP-308
5. Choi, K. H., D. H. Kim, P. Ganesan, and H. S. Kwak 2013. The Preventive effects of nanopowdered red ginseng on collagen-induced arthritic mice. pharma-nutrition. P-66 (Singapore)
6. Choi, K. H., M. A. Mijan, and H. S. Kwak. 2013. Comparison of physicochemical properties in nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng (I) J. Dairy Sci. 96. E-Suppl. 1. T234. (USA)
7. Choi, K. H., P. Ganesan, and H. S. Kwak 2013. Comparison of physicochemical properties of Asiago cheese supplemented with nanopowdered red ginseng and powdered red ginseng during ripening (II) J. Dairy Sci. 96. E-Suppl. 1. W220. (USA)
8. Ko, E. J., H. Y. Kim, I. H. Bae, and H. S. Kwak. 2013. Comparison of physicochemical properties of Caciocavallo cheese and nanopowdered peanut sprout supplemented Caciocavallo cheese during ripening. IDF world dairy summit 2013 P-ST051
9. Choi, K. H., M. A. Mijan, and H. S. Kwak. 2013. The preventive effects of red ginseng hydrolyzates on collagen-induced arthritis in DBA/1J mice (1) IDF world dairy summit 2013 P-ST052
10. Choi, K. H., I. H. Bae, and H. S. Kwak 2013. Comparison of physicochemical properties of Asiago cheese supplemented with red ginseng enzymatic hydrolyzates and red ginseng extract during ripening (2) IDF world dairy summit 2013 P-ST053

11. Kim, H. Y., I. H. Bae, and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and sensory properties of microencapsulated tomato extract powder-supplemented German fresh cheese during storage Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. P-211
12. Chogsom, C., S. I. Ahn, and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and sensory properties of powdered microcapsules of tomato extract supplemented-Appenzeller cheese during ripening Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. P-212
13. Jeong, H. J., I. H. Bae, and H. S. Kwak. 2014. Physicochemical and sensory properties of red ginseng hydrolyzates-supplemented Queso Blanco cheese during storage Annual Meeting of Kor. Soc. For Food Sci. Anim. Resour. P-213
14. Lee, J. S., M. Kim, H. Y. Kim, and I. H. Bae. 2014. Physicochemical and Sensory Properties of Camembert Cheese Supplemented with microencapsulated tomato extract powder. Annual Meeting of Kor. Soc. of Anim. Sci. & Technology. P-215.

라. 특허성과

출원된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2014	홍삼이 함유된 치즈 이를 포함한 제조방법	남희섭, 김인환, 문승은, 조석조, 이혜영	대한민국	10-2014-0105887
2014	키토산 또는 나노키토산 분말을 첨가한 마리보 치즈와 그 제조방법	배인휴, 이재성, 정유태	대한민국	10-2014-0010751
2014	토마토 추출물 미세캡슐분말을 첨가한 치즈 및 이의 제조방법	배인휴, 박해수, 남희섭, 이재성 김희연	대한민국	10-2014-0108314

홍삼이 함유된 치즈 이를 포함한 제조방법	키토산 또는 나노키토산 분말을 첨가한 마리보 치즈와 그 제조방법	토마토 추출물 미세캡슐분말을 첨가한 치즈 및 이의 제조방법
<p>출원번호: 10-2014-0105887 (출원번호 1-1-2014-0771292-83)</p> <p>특허명: 홍삼이 함유된 치즈 이를 포함한 제조방법</p> <p>출원인: 남희섭, 김인환, 문승은, 조석조, 이혜영</p> <p>특허청: 한국특허청 (KIPO)</p> <p>특허번호: 10-2014-0105887 (출원번호 1-1-2014-0771292-83)</p> <p>발명자: 남희섭, 김인환, 문승은, 조석조, 이혜영</p> <p>발명자 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 12-1 (삼성동) 1215호 (삼성동) 1215호</p> <p>발명자 연락처: 02-3456-7890</p> <p>발명자 이메일: hys@kipo.go.kr</p> <p>발명자 홈페이지: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 트위터: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 페이스북: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 유튜브: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 인스타그램: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 카카오: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 지식백과: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 카페: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 밴드: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 포스트: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 카페: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 밴드: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 포스트: http://www.kipo.go.kr</p>	<p>출원번호: 10-2014-0010751</p> <p>특허명: 키토산 또는 나노키토산 분말을 첨가한 마리보 치즈와 그 제조방법</p> <p>출원인: 배인휴, 이재성, 정유태</p> <p>특허청: 한국특허청 (KIPO)</p> <p>특허번호: 10-2014-0010751</p> <p>발명자: 배인휴, 이재성, 정유태</p> <p>발명자 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 12-1 (삼성동) 1215호 (삼성동) 1215호</p> <p>발명자 연락처: 02-3456-7890</p> <p>발명자 이메일: bjh@kipo.go.kr</p> <p>발명자 홈페이지: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 트위터: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 페이스북: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 유튜브: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 인스타그램: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 카카오: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 지식백과: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 카페: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 밴드: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 포스트: http://www.kipo.go.kr</p>	<p>출원번호: 10-2014-0108314</p> <p>특허명: 토마토 추출물 미세캡슐분말을 첨가한 치즈 및 이의 제조방법</p> <p>출원인: 배인휴, 박해수, 남희섭, 이재성 김희연</p> <p>특허청: 한국특허청 (KIPO)</p> <p>특허번호: 10-2014-0108314</p> <p>발명자: 배인휴, 박해수, 남희섭, 이재성 김희연</p> <p>발명자 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 12-1 (삼성동) 1215호 (삼성동) 1215호</p> <p>발명자 연락처: 02-3456-7890</p> <p>발명자 이메일: bjh@kipo.go.kr</p> <p>발명자 홈페이지: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 트위터: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 페이스북: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 유튜브: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 인스타그램: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 카카오: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 지식백과: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 블로그: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 카페: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 밴드: http://www.kipo.go.kr</p> <p>발명자 네이버 포스트: http://www.kipo.go.kr</p>

마. 기술료 징수 현황

기 징수액	당해년도 징수액	향후 징수액	합계
해당사항없음			

바. 사업화 현황

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기대출액	당해년도 매출액	매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
해당사항없음								

사. 인력활용/양성 성과

(1) 인력지원 성과

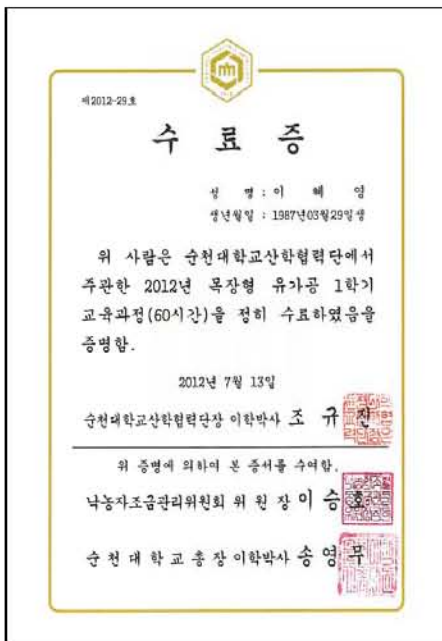
지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
19	-	5	5	-	5	5	4	-	6

(2) 장·단기 연수지원 성과

장기 (2월 이상)		단기 (2월 미만)	
국내	국외	국내	국외
해당사항없음			

(3) 산업기술인력 양성 성과

프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원
순천대학교 목장유가공교육	발효유제품 제조 기술 교육	순천대학교	2회	60시간 (3박4일*2회)	1명 (이혜영연구원/동 원데어리푸드)



아. 경제사회 파급효과

산업지원 성과 (단위 : 건)				고용창출 성과 (단위 : 1명)		
기술지도	기술이전	기술평가	합계	취업	사업체 확장	합계
-	2	-	2	7명(순천대 4명, 세종대 3명)		

- : 임태진/동원데어리푸드, 강진공장(유업체)
- : 강산/농업법인회사 꽃과목장(유업체)
- : 장관섭/무지개영농조합법인(유업체)
- : 김단오(순천대학교 산학협력단 학교기업 순천대그린축산)
- : 안유진, 고은정, 최경훈

제 2 절. 활용 계획

1. 실용화 · 산업화 계획

가. 건강기능성 소재의 상업화

(1) 기능성 물질의 상품화 방안

- 본 연구를 통하여 주관기관에서 개발한 건강기능성 소재 중 효소홍삼농축분말, 미강유 추출물, red palm유 추출물의 활용방안, 기능성이 소비자에게 주는 가치와 생산 환경 등을 분석하여 상품화 가능성을 알아본 후, 가능하다는 판단이 내려졌을 때 주관기관의 공장 설비 또는 외부업체의 OEM을 통하여 상품화를 할 예정입니다.
- 상품화할 경우, 건강기능성 소재가 실제로 건강기능식품으로 인정받을 수 있는 방안을 모색하여 추진 예정입니다. (개별인정형 취득 등)
- 건강기능식품 인정이 어려울 경우, 소재의 가치를 부각시켜줄 수 있는 홍보 방안 마련 예정입니다.

(2) 기능성 치즈 제품 상품화

- 본 연구를 통하여 개발된 제품의 특허등록 및 자체 생산을 위하여 1차적으로 순천대학교 학교기업인 “순천대그린축산”에서 보유한 치즈 제조 설비를 이용하여 본 연구 성과물인 기능성 치즈를 생산 및 판매할 계획입니다.

(3) 기능성 치즈 제품의 판매방안

- 참여기업과 특허 기술이전 기업간 상호 업무 협약을 통하여 생산된 제품의 판로망 구축을 위하여 생산조직과 경영조직의 협조를 통한 마케팅 전략 수립.

- 기능성 자연치즈의 차별성으로 인한 국내 자연치즈 시장의 선점을 위하여 참여기업의 유통망을 활용한 판매망 구축.

(4) 기능성 물질과 기능성 자연치즈의 해외수출 시장 개척을 위하여 중기청 수출지원센터와 한국무역협회 등의 기관과 연계하며, 해외시장으로의 진출을 위하여 해외 주요 식품학회와 식품박람회에 참가하여 제품 및 기업을 홍보한다.

2. 교육·지도·홍보 등 기술 확산 계획 등

- 기능성 자연치즈의 개발로 인하여 목장유가공, 소규모 유가공회사와 대기업간의 상호 협조를 통한 국내 자연치즈 시장 개척과 활용 방안을 위하여 순천대소규모유가공연구센터(센터장:배인휴교수)에서는 이들에게 자연치즈 제조 기술을 보급할 계획임.
- 기능성 자연치즈에 대한 이해와 기호도를 높이기 위한 체험 교육 목장 프로그램 개발 및 활용 계획임.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. **The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents..**
Chanforan, C., Loonis, M., Mora, N., Caris-Veyrat, C., and Dufour, C. 2012. *Food Chem.* 134 : 1786-1795.
2. **Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components.** Devos, P., Faas, M. M., Spasojevic, M., and Sikkema, J. 2010. . *Int. Dairy J.* 20: 292-302.
3. **Anticarcinogenic, Cardioprotective, and Other Health Benefits of Tomato Compounds Lycopene, - Tomatine, and Tomatidine in Pure Form and in Fresh and Tomatidine in Pure Form in Fresh and Processed Tomatoes.** Friedman, M. 2013. *J. Agric. Food Chem.* 61: 9534-9550.
4. **Season and ripening temperature influence fatty acid composition and sensory properties of semi-hard cheese during maturation.** .Kraggerud, H., Skeie, S., Høy, Røkke, M. L., and Abrahamsen, R. K. 2008. *International dairy journal.* 18(8): 801-810
5. **Microencapsulation and functional bioactive foods.** Onwulata, C. I. 2013. *Journal*

제 7 장 연구시설·장비 현황

- 해당사항 없음.

제 8 장 참고문헌

1. Ally, M. E. 1997. Malt extract for enhancing flavor development of ultrafiltered Domiati cheese. *Food Chem.* 59: 127-133.
2. Andersen, B. 1991. Consistent production of phenolic compounds by *Penicillium brevicompactum* for chemotaxonomic characterization. *Antonie van Leeuwenhoek*, 60, 115-123.
3. AOAC (2000) Official methods of analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
4. Apostolidis, E., Kwon, Y. I., and Shetty, K. 2007. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 8. 46-54
5. Azuma, K., Nakayama, M., Koshida, M., Lppoushi, K., Yamaguchi, Y., Kohata, K., Yamaguchi, Y., Ito, H. and Higashio, H. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L. *J. Agric. Food Chem.* 47: 3963-3966
6. Bae, H. C., Cho, I. S., Nam, M. S. 2005. Effects of the biological function of yogurt supplemented with *Lycium chinense* Miller Extract. *J. Anim. Sci. Technol.* 47: 1051-1058.
7. Bandyopadhyay, M., Chakraborty, R., and Raychaudhuri, U. 2008. Antioxidant activity of natural plant sources in dairy dessert (Sandesh) under thermal treatment. *LWT.* 41: 816-825.
8. Barlow, I., Lloyd, G. T., Ramshaw, Z. H., Miller, A. J., McCabe, G. P., and McCABE, L. 1989 Correlations and Changes in flavour and chemical Parameters of Cheddar cheese during Maturation *Aust. J. Dairy. Technol.* 44. 7-18
9. Blevins, S. M., Leyva, M. J., Brown, J., Wright, J., Scofield, R. H., and Aston, C. E. 2007. Effect of cinnamon on glucose and lipid levels in non-insulin-dependent type 2 diabetes. *Diabetes Care* 30: 2236-2237.
10. Bowen, J., Noakes, M., and Clifton, P. M. 2006. Appetite regulatory hormone

responses to various dietary proteins differ by BodyMass Index status despite similar reductions in ad libitum energy intake. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 91: 2919–2919.

11. Chanforan, C., Loonis, M., Mora, N., Caris-Veyrat, C., and Dufour, C. 2012. The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents. *Food Chem.* 134 : 1786–1795.
12. Choi, G. H., Kim, K. C. and Lee, K. H. (2010) Quality and antioxidant characteristics of soft Tofu supplemented with Red Genseng extract during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39(3), 414~420.
13. Cochran, W. G., and Cox, G. M. . 1957. Experimental Designs. John WILEY & Sons, New York, NY.
14. Day, L., Seymour, R. B., Pitts, K. F., Konczak, I., and Lundin, L. 2009. Incorporation of functional ingredients into foods. *Trends Food Sci. Technol.* 20: 388–395.
15. Devos, P., Faas, M. M., Spasojevic, M., and Sikkema, J. 2010. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *Int. Dairy J.* 20: 292–302.
16. Dziezak, J. D. 1988. Microencapsulation and Encapsulated Ingredients. *Food Technology.* 136–151.
17. Deeth, H. C., Fitz-Gerald, C., and Snow, S. A. 1983. A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk products. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology.* 18: 13
18. Fang, Z., and Bhandari, B. 2010. Encapsulation of polyphenols—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10): 510–523.
19. Foster, R. D. 2011. Cheese: Types, nutrition, and consumption. Nova Science Publishers, Inc, New York.
20. Fox, P. F., O'Connor, T. P., McSweeney, P. L. H., Guinee, T. P., and O'Brien, N. M. 1996. Cheese: Physical, biochemical and nutritional aspects. *Advanced in food nutrition and research* 39: 163–328.
21. Friedman, M. 2013. Anticarcinogenic, Cardioprotective, and Other Health Benefits of Tomato Compounds Lycopene, – Tomatine, and Tomatidine in Pure Form and in Fresh and Tomatidine in Pure Form in Fresh and Processed Tomatoes. *J. Agric. Food Chem.* 61: 9534–9550.
22. Gouin, S. 2004. Micro-encapsulation: Industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends in Food Sci. Technol.* 15: 330–347.

23. Heo, J. Y., Shin, H. J., Oh, D. H., Choi, S. H., Kim, S. C., Choi, H. Y., and Bae, I. H. 2006. Quality properties of Appenzeller cheese supplemented with chlorella. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26: 525–531.
24. Hyun, J. S., and M. A. Kim. 2005. The effect of addition of level of red ginseng powder on Yackwa quality and during storage. *Kor J Food Culuture* 20(3); 352–359.
25. Huang, S. W. and Frankel, E. N. 1997. Antioxidant activity of tea catechins in different lipid systems. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3033–3038.
26. Jensen, R. G., Ferris, A. M., and Lammi-Keefe, C. J. 1991. The composition of milk fat. *Journal of Dairy Science.* 74: 3228–3243
27. Joseph, J. K., and Akinyosoye, F. A. 1997. Comparative studies on red sorghum extracts and other chemicals as preservatives for West African soft cheese. *Int. Dairy J.* 7: 193–198.
28. J. M. Murray, C. M. Delahunty. 2000. Mapping consumer preference for the sensory and packaging attributes of Cheddar cheese. *Food Quality and Preference.* 11. 419–435
29. Kanawjia, S. K., Rajesh, P., Sabikhi, L., Singh, S. 1995. Flavour, chemical and textural profile changes in accelerated ripened Gouda cheese. *Lebensm. Wiss. Technol.* 22: 248–254.
30. Kang, M. H., Choi, C. S., Kim, Z. S., Chung, H. K., Min, K. S., Park, C. G. and Park, H. W. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34: 1098–1102.
31. Kaput, J., Noble, J., Haipoglu, B., Konrs, K., Dawson, K., and Bartholomew, A. 2007. Application of nutrigenomics concepts to type 2 diabetes mellitus. *Nutr. Metabol. Cardiovascular Dis.* 17: 89–103.
32. Kessier, A., Knusel, H., Raemy, O., Rentsch, F., and Sollberger, H. 1990. Der Tilsiter und Appenzeller. Kasefabrikation. pp 71–78.
33. Kim, N. Y., and M. J. Han. 2005. Development of ginseng yogurt fermented by *Bifidobacterium* spp. *Kor J Food Cookery Sci* 21(5); 575–584.
34. Kim, S. I., S. H. Ko, Y. J. Lee, H. Y. Choi, and Y. S. Han. 2008. Antioxidant activity of yogurt supplemented with red ginseng extract. *Kor. J. Food Cookery Sci.* 24(3); 358–366
35. Ko, E. J. 2012. Physicochemical properties of nanopowdered peanut

- sprout-supplemented Caciocavallo cheese during ripening. Sejong university a master's thesis.
36. Kraggerud, H., Skeie, S., Høy, Røkke, M. L., and Abrahamsen, R. K. 2008. Season and ripening temperature influence fatty acid composition and sensory properties of semi-hard cheese during maturation. *International dairy journal*. 18(8): 801-810
 37. Kyunghee Univ. 2006. Search of differences for high quality in ginseng(Red ginseng cultivated in gyeonggi province. Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services
 38. Kong, B. M., Park, M. J., Min, J. W., Kim H. B., Kim, S. H., Kim, S. Y. and Yang, D. C. (Kyunghee Univ.). 2008. Pharmacological efficacy and ingredient analysis of white, red and fermented ginseng extract. *J. Ginseng Res*.
 39. Kwak H. S., Y. S. Ju, H. J. Ahn, J. Ahn and S. Lee. 2003. Microencapsulated iron fortification and flavor development in Cheddar cheese. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 16(6) : 1205~1211
 40. Lee, K. S., G. H. Kim, H. H. Kim, B. J. Seong, S. I. Kim, S. H. Han, and G. H. Lee. 2012. Quality of Insambob containing supplemented raw and red ginseng extract. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 41(8); 1151-1157.
 41. Lee, J. S., Kim, G. N. and Jang, H. D.(2008). Effect of red Ginseng extract on storage and antioxidant activity of tofu. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. 37, 1497~1506.
 42. Lin, J. C. C., and Jeon, I. J. (1987) Effects of commercial food grade enzymes on free fatty acid profiles in granular cheddar cheese. *J. Food. Sci.* 52: 79-83.
 43. Liliana TUDOREANU, Lavinia DUMITREAN. 2009. Texture Profile Analysis of Romanian Pasta Filata Cheese Varieties (Caciocavallo Cheese). *Bulletin UASVM Agriculture*, 66(2)
 44. McClements, D. J., Decker, E. A., Park, Y., and Weiss, E. J. 2009. Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 49 : 577-606.
 45. M. Gobbettia, M. Morea, F. Baruzzi, M. r. Corbo, A. Matarante, T. Considine, R. Di Cagno, T. Guinee, P. F. Fox. 2002. Microbiological, compositional, biochemical and textural characterization of Caciocavallo Pugliese cheese during ripening. *International Dairy Journal* 12. 511-523.
 46. M. Morea, F. Baruzzi and P. S. Cocconcelli. 1999. Molecular and physiological characterization of dominant bacterial populations in traditional Mozzarella cheese processing. *Journal of Applied Microbiology*. 87.574-582.

47. Nguyen, M. L., and Schwartz, S. J. 1999. Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technol.* 53: 38–45.
48. Onwulata, C. I. 2013. Microencapsulation and functional bioactive foods. *Journal of Food Processing and Preservation* 37: 510–532.
49. Palzer, S. 2009. Food structures for nutrition, health and wellness. *Trends Food Sci. Technol.* 20: 194–200.
50. Parada, J., and Aguilera, J. M. 2007. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. *J. Food Sci.* 72: R21–R32.
51. Perkins–Veazie, P., Collins, J. K., Pair, S. D., and Roberts W. 2001. Lycopene content differs among red–fleshed watermelon cultivars, *J. Sci. Food Agric.* 81: 983–987.
52. Protein division New Zealand dairy board. Analog cheese hand book : 44. Wang, K. H., Lai, Y. H., Chang, J. C., Ko, T. F., Shyu, S. L. and Chiou, R. Y. 2005. Germination of peanut kernels to enhance resveratrol biosynthesis and prepare sprouts as a functional vegetable. *J. Agric. Food Chem.* 53: 242–246.
53. Prudencio, I. D., Prudencio, E. S., Gris, E. F., Tomazi, T., and Bordignon–Luiz, M. T. 2008. Petit Suisse manufactured with cheese whey retentate and application of betalains and anthocyanins. *LWT.* 41: 905–910.
54. Pszczola, D. E. 1998. Encapsulated Ingredients: Providing the Right Fit. *Food Technology.* 52(12): 70–77.
55. Rhee, K. T. 1993. Antioxidant effect of phenolic compounds isolated from deffated perilla seed flour. *Kor. J. Food Chem. Sci. Technol.* 25: 9–14
56. Rohm, H., and Jaros, D. 1996. Colour of hard cheeses 1. Description of coulor properties and effects of maturation. *Zeitschrift f?r Lebensmitteluntersuchung und Forschung A.* 59(4): 241–244.
57. Richardson,G.H. 1985 Standard Methods for the Examination of Dairy Products(15th.ed.) AmericanPublic Health Association. Washington, D.C. pp.203–218.
58. Seo, M. H., Lee. S. Y., Chang, Y. H., Kwak, H. S. 2009. Physicochemical, microbial, and sensory properties of yogurt supplemented with nanopowdered chitosan during storage. *J. Dairy Sci.* 92: 5907–5916.
59. Scheepens, A., Tan, K., and Paxton, J. W. 2010. Improving the oral bioavailability of beneficial polyphenols through designed synergies. *Genes Nutr.* 5: 75–87.
60. Sesso, H. D., Liu, S., Gaziano, J. M., and Buring J. E. 2003. Dietary lycopene, tomato–based food products and cardiovascular disease in human. *Nutritional*

Epidemiology. 2236–2341.

61. Shetty, K., Curtis, O. F., Levin, R. E., Witkowsky, R., & Ang, W. 1995. Prevention of vitrification associated with in vitro shoot culture of oregano (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. *Journal of Plant Physiology*, 147, 447–451.
62. Song, M. R., K. S. Lee, B. C. Lee, and M. J. Oh. 2007. Quality and sensory characteristics of white breads supplemented with various ginseng products. *Kor J Food Preserv* 14(4); 369–377.
63. Sung, J. H., Hasegawa, H., Ha, J. Y. and Park, S. H. 1997. Metabolism of ginseng saponins by human intestinal bacteria (Part II). *Kor. J. Pharmacogn.*
64. Sung, Y. M., Cho, J. R., Oh, N. S., Kim, C. K. and In, M. J. 2005. Preparation and quality characteristics of curd yogurt supplemented with chlorella. *Kor. J. Soc. Appl. Biol. Chem.* 48: 60–64.
65. Ubbink, J., and Kruger, J. 2006. Physical approaches for the delivery of active ingredients in foods. *Trends Food Sci. Technol.*17: 244–254.
66. Woo, S. J. and Lee, H. J. 1982. Residual nitrite and nitrate in home processed dry sausage and ham. *Korean J. Nutr. Soc.* Korea.
67. Zhang, J., Hou, X., Ahmad, H., Zhang, H., Zhang, L., and Wang, T. 2014. Assessment of free radicals scavenging activity of seven natural pigments and protective effects in AAPH-challenged chicken erythrocytes. *Food Chem.* 145: 57–65.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.