

RS-2021-
IP321032

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

고부가가치식품기술연구개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004619-01

고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발

2024.06.12

주관연구기관 /(주)신세계푸드
공동연구기관 /경기대학교 산학협력단
공동연구기관 /세종대학교 산학협력단
공동연구기관 /한양대학교 산학협력단

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

고령친화식품
적용을
위한
분지
아미노산
소재화

및
영양밀도
개선
기술
개발

2024

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발”(개발기간 : 2021.04.01 ~ 2023.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

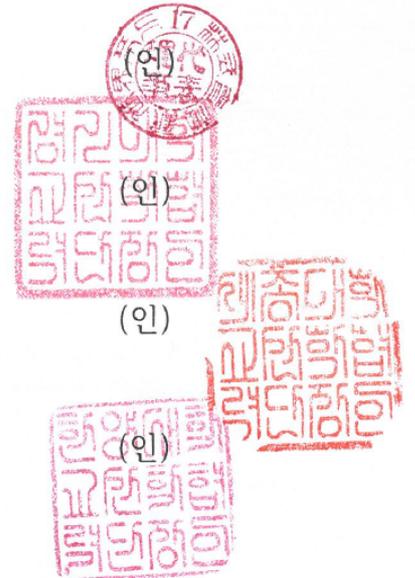
납본일자 2024.06.12.

주관연구기관명 : (주)신세계푸드

공동연구기관명 : 경기대학교 산학협력단

공동연구기관명 : 세종대학교 산학협력단

공동연구기관명 : 한양대학교 산학협력단



주관연구책임자 : (주)신세계푸드 민중식

공동연구책임자 : 경기대학교 산학협력단 김현석

공동연구책임자 : 세종대학교 산학협력단 이수용

공동연구책임자 : 한양대학교 산학협력단 신원선

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

| 최종보고서 | | | | | | | | | | 보안등급 | | |
|----------------|-------------|-------------|---|------------------------------------|-------------|------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|--|
| | | | | | | | | | | 일반[√], 보안[] | | |
| 중앙행정기관명 | | 농림축산식품부 | | | 사업명 | | 사업명 | | 고부가가치 식품기술개발(R&D) | | | |
| 전문기관명 | | 농림식품기술기획평가원 | | | | | 내역사업명 | | 미래대응식품 기술개발 | | | |
| 공고번호 | | 2021-19 | | | 총괄연구개발 식별번호 | | | | | | | |
| | | | | | 연구개발과제번호 | | RS-2021-IP321032 | | | | | |
| 기술분류 | 국가과학기술 표준분류 | 1순위 LB1704 | 60% | 2순위 LB1804 | 30% | 3순위 LB1707 | 10% | | | | | |
| | 농림식품과학기술분류 | 1순위 PA0103 | 60% | 2순위 PA0204 | 30% | 3순위 PA0105 | 10% | | | | | |
| 총괄연구개발명 | | 국문 | 맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발 | | | | | | | | | |
| | | 영문 | Development of customized dietary design platform | | | | | | | | | |
| 연구개발과제명 | | 국문 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | | | | | | | |
| | | 영문 | Development of branched amino acid materials and enhancement of nutrition density for the elderly foods | | | | | | | | | |
| 주관연구개발기관 | | 기관명 | (주)신세계푸드 | | | 사업자등록번호 | | 215-81-47377 | | | | |
| | | 주소 | 서울특별시 성동구 성수일로 56 백영성수빌딩 4~7층 | | | 법인등록번호 | | 110111-0305288 | | | | |
| 연구책임자 | | 성명 | 민중식 | | | 직위 | | | | | | |
| | | 연락처 | 직장전화 | | | 휴대전화 | | | | | | |
| | | | 전자우편 | | | 국가연구자번호 | | | | | | |
| 연구개발기간 | | 전체 | 2021.04.01. - 2023.12.31. (2년 9개월) | | | | | | | | | |
| | | 단계 | 1단계 | 2021.04.01. - 2022.12.31. (1년 9개월) | | | | | | | | |
| | | | 2단계 | 2023.01.01. - 2023.12.31. (1년 0개월) | | | | | | | | |
| 연구개발비 (단위: 천원) | | 정부지원 연구개발비 | 기관부담 연구개발비 | 그 외 기관 등의 지원금 | | | | 합계 | | | 연구개발비 외 지원금 | |
| | | 현금 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 현금 | 현물 | 합계 | |
| 총계 | | 807,000 | 200,600 | 35,400 | | | | | 1,007,600 | 35,400 | 1,043,000 | |
| 1단계 | 1년차 | 220,000 | 59,500 | 10,500 | | | | | 279,500 | 10,500 | 290,000 | |
| | 2년차 | 293,500 | 70,550 | 12,450 | | | | | 364,050 | 12,450 | 376,500 | |
| 2단계 | 1년차 | 293,500 | 70,550 | 12,450 | | | | | 364,050 | 12,450 | 376,500 | |
| 공동연구개발기관 등 | | 기관명 | 책임자 | 직위 | 휴대전화 | 전자우편 | 비고 | | | | | |
| | | | | | | | 역할 | 기관유형 | | | | |
| 공동연구개발기관 | | 경기대학교 산학협력단 | 김현석 | 교수 | | | 공동 | 대학 | | | | |
| | | 세종대학교 산학협력단 | 이수용 | 교수 | | | 공동 | 대학 | | | | |
| | | 한양대학교 산학협력단 | 신원선 | 교수 | | | 공동 | 대학 | | | | |
| 위탁연구개발기관 | | 일산복음 재활병원 | 최성혜 | 원장 | | | 위탁 | 병원 | | | | |
| 연구개발기관 외 기관 | | | | | | | | | | | | |
| 연구개발담당자 실무담당자 | | 성명 | | | | 직위 | | | | | | |
| | | 연락처 | 직장전화 | | | 휴대전화 | | | | | | |
| | | | 전자우편 | | | 국가연구자번호 | | | | | | |

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024 년 06 월 12 일

연구책임자: (주)신세계푸드 민 중 식



주관연구개발기관의 장: (주)신세계푸드 송 현 석



공동연구개발기관의 장: 경기대학교 산학협력단 주 상 현 (직인)



공동연구개발기관의 장: 세종대학교 산학협력단 유 상 호 (직인)



공동연구개발기관의 장: 한양대학교 산학협력단 변 중 무 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

| | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|---|---|--|-----|--------------------------|-----|--|--|
| 사업명 | | 고부가가치 식품기술개발(R&D) | | 총괄연구개발 식별번호 | | | | | |
| 내역사업명 (해당 시 작성) | | 미래대응식품 기술개발 | | 연구개발과제번호 | | RS-2021-IP321032 | | | |
| 기술 분류 | 국가과학기술 표준분류 | 1순위 LB1704 | 60% | 2순위 LB1804 | 30% | 3순위 LB1707 | 10% | | |
| | 농림식품 과학기술분류 | 1순위 PA0103 | 60% | 2순위 PA0204 | 30% | 3순위 PA0105 | 10% | | |
| 총괄연구개발명 (해당 시 작성) | | 맞춤형 식이 설계 플랫폼 개발 | | | | | | | |
| 연구개발과제명 | | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | | | | | |
| 전체 연구개발기간 | | 2021.04.01. - 2023.12.31. (2년 9개월) | | | | | | | |
| 총 연구개발비 | | 총 1,043,000 천원 (정부지원연구개발비: 807,000천원, 기관부담연구개발비 : 236,000천원, 지방자치단체: 0 천원, 그 외 지원금: 0 천원) | | | | | | | |
| 연구개발단계 | | 기초[] 응용[√] 개발[√] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[] | | 기술성숙도 (해당 시 기재) | | 착수시점 기준() 종료시점 목표() | | | |
| 연구개발과제 유형 | | | | | | | | | |
| 연구개발과제 특성 | | | | | | | | | |
| 연구개발 목표 및 내용 | 최종 목표 | | 본 연구에서는 식품용 종균의 발효를 통하여 분지아미노산 함량을 향상시킨 단백질 가수분해물의 단백질 강화용 소재를 활용하고 이를 적용한 연하식 제품을 개발하고자 함. 아울러, 고령자의 영양개선에 도움을 줄 수 있는 신규 단백질을 소재화하고 영양밀도 향상기술을 활용한 식품을 개발하고자 함. | | | | | | |
| | 전체 내용 | | <ul style="list-style-type: none"> • 대량생산 공정수립 및 물성, 영양을 갖춘 고령친화식품의 산업화 • 식품발효 종균을 이용한 분지아미노산 고함유 단백질 소재화 및 적용기술 개발 • 고령친화식품의 물성 제어를 통한 저작 및 삼킴 특성 개선 • 오럴프로세싱 특성분석을 통한 고령친화식품 연하특성과의 연관성 분석 • 영양밀도가 개선된 연하식 제품의 소비자 기호도(선호도) 및 임상적 영양평가 | | | | | | |
| | 1단계 | | 목표 | <p><1차년도></p> <ul style="list-style-type: none"> • 고령친화식품 상품화를 위한 제조기반 구축 • 분지아미노산 고함유 단백질 생산 종균 및 소재화 기술 개발 • 다각적 측정을 통한 물성 제어 소재의 블렌딩 물성 분석 • 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화식품 연하 특성과의 연관성 분석 <p><2차년도></p> <ul style="list-style-type: none"> • 소재 조합을 통한 제품의 영양강화 및 고령친화식품 상품화 • 시제품의 소비자 대상 기호도 및 선호도 평가 • 분지아미노산 고함유 단백질소재의 품미개선 및 대량생산 공정 설계 • 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 저작 물성 평가 • 영양밀도개선 연하식의 식단구성, 화학적·물리적 특성 평가 | | | 내용 | <p><1차년도></p> <p>(신세계푸드) 고령친화식품 상품화를 위한 제조기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고령친화식품 상품 구성안 마련 및 상품개발 • 원료, 소재, 특징 등 제품 설계 및 배합비 개발 | |

| | | |
|--|-----|--|
| | | <p>(경기대학교) 분지아미노산 고함유 단백질 생산 종균 및 소재화 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 분지아미노산 고생산 균주 선발 및 발효조건 구축 • 발효산물의 특성 평가를 통한 분지아미노산 고함유 단백질 소재화 공정 구축 <p>(세종대학교) 다각적 측정을 통한 물성 제어 소재의 블렌딩 물성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> • 물성 제어 소재의 블렌딩에 따른 다각적 유동 특성 분석 • 가공 처리 조건에 따른 블렌딩 소재의 물성학적 가공 적성 평가 <p>(한양대학교) 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화식품 연하 특성과의 연관성 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> • 기존 고령친화식품(IDDSI 3-5단계) 근전도(EMG) 평가 결과와 연하특성과의 상관성 분석 • 근전도(EMG) 신호 분석 및 설압측정(IOPI)등을 이용한 오랄프로세싱 특성 분석 • 연하력이 저하된 고령자 패널의 기존 고령친화식품을 이용한 오럴프로세싱 특성에 따른 DB구축과 고령자 세분화(segmentation) • 기존 고령친화식품을 이용하여 IDDSI 3-5단계의 연하력 평가 <p><2차년도></p> <p>(신세계푸드) 소재 조합을 통한 제품의 영양강화 및 고령친화식품 상품화</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영양밀도가 강화된 제품개발을 위한 최적 소재(물성제어, 분지아미노산)비율 탐색 • 시생산을 통한 대량생산 시, 문제점 확인 및 상품의 품질확인 <p>(일산복음재활요양병원) 시제품의 소비자(내원/입원환자)를 대상으로 한 기호도 및 선호도 평가</p> <p>(경기대학교) 분지아미노산 고함유 단백질소재의 품미개선 및 대량생산 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> • 발효취 저생성 Bacillus 균주 선발 및 발효특성 탐색 • 분지아미노산 고함유 단백질소재 대량생산을 위한 원료 발굴 • 분지아미노산 고함유 단백질소재 대량생산 공정 설계 <p>(세종대학교) 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 저작 물성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 복합 물성 분석 • 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 저작 물성 분석 <p>(한양대학교) 영양밀도개선 연하식의 식단구성, 화학적 & 물리적 특성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영양밀도를 개선한 연하식의 화학적 평가 • 영양밀도를 개선한 연하식의 물리적 평가 • 영양밀도를 개선한 연하식의 식단구성 |
| | 2단계 | <p>목표</p> <ul style="list-style-type: none"> • 고령친화식품 완제품의 상품성 확인 및 대량생산 공정수립 • 개선된 제품의 최종 소비자 기호도 및 선호도 평가 |

| | | | |
|--|--|----|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • 분지아미노산 고함유 단백질 소재 제품화 및 고령친화식품 적용 • 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 소화 물성 평가 • 영양밀도가 개선된 연하식 완제품의 소비자 기호도(선호도) 및 임상적 영양평가 |
| | | 내용 | <p>(신세계푸드) 고령친화식품 완제품의 상품성 확인 및 대량생산 공정수립</p> <ul style="list-style-type: none"> • 완제품의 물성, 영양분석을 통한 제품의 품질개선 • 소비자 대상 실증연구를 통한 고령친화식품 상품성 확인 <p>(일산복음재 활요양병원) 개선된 최종제품의 소비자 기호도 및 선호도 평가를 통한 실증연구</p> <p>(경기대학교) 분지아미노산 고함유 단백질 소재 제품화 및 고령친화식품 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> • 분지아미노산 고함유 단백질 소재의 생산공정 오염 저감화 기술 개발 • 분지아미노산 고함유 단백질 소재의 대량생산 및 제품화 • 분지아미노산 고함유 단백질 소재의 연하식 적용 및 평가 <p>(세종대학교) 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 소화 물성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 소화 물성 분석 • 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 물성 분석 <p>(한양대학교) 영양밀도가 개선된 연하식 완제품의 소비자 기호도(선호도) 및 임상적 영양평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 영양밀도가 개선된 연하식의 영양분석 및 임상적 영양평가 • 영양밀도가 개선된 연하식의 소비자 기호도(선호도) 평가 • 연하식사 섭취 및 식사관리 방법 제공을 위한 교육안(매뉴얼) 작성 |

| | |
|---------------------|--|
| 연구개발성과 | <ul style="list-style-type: none"> - 분지아미노산이 함유된 고령친화식품 상품개발 - 고령이 섭취하기 쉬운 물성을 고려한 제품개발 및 상품화 - 도변화별 물성 평가를 통한 하이드로콜로이드 물성 소재의 4가지 유형 분류 - 단백질과의 물성 시너지 효과를 보이는 하이드로콜로이드 6종 선정 및 유동 특성 분석 - 열처리에 따른 물성 특성 분석을 통한 하이드로콜로이드 블렌딩 소재(xanthan gum, methylcellulose) 선정 - 하이드로콜로이드 블렌딩 소재(xanthan gum, methylcellulose)의 물성, water dynamics, 냉해동 안정성 제시 - 오랄프로세싱 특성분석을 통한 고령친화식품 연하특성과의 연관성 분석 - 기존 고령친화식품을 이용하여 KS 1~3단계의 저작 및 연하평가 - 고령친화식품(KS 1~3단계) 근전도(EMG) 평가결과와 연하특성과의 상관성 분석 - 근전도(EMG) 신호분석 및 설압측정 등을 이용한 오랄프로세싱 특성분석 |
| 연구개발성과 활용계획 및 기대 효과 | <ul style="list-style-type: none"> - 미래 고령자 사회를 대비한 고령친화식품 제조분야의 기반 기술로 활용 - 분지아미노산 고함유 단백질 발효소재화 기술의 산업체 이전으로 활용 - 연하 환자를 위한 다양한 식사대용식 제품개발 및 출시 - 고령친화식품의 구성 다양화 및 대량생산을 위한 조건수립을 통해 상품과 기반 마련 - 본 연구를 통하여 확보한 식품산업용 균주는 나고야의정서 발효에 따른 식품용 종균 자원화 및 국가간 분쟁의 체계적인 대응에 활용되고 생물자원의 수출 경쟁력 확보에 이용 |
| 연구개발성과의 비공개여부 및 사유 | |

| 연구개발성과의 등록·기탁 건수 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구 시설 ·장비 | 기술 요약 정보 | 소프트 웨어 | 표준 | 생명자원 | | 화합물 | 신품종 | |
|-----------------------------|-----------|--------------|-------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | | 정보 | 실물 |
| | 7 | 3 | | | | | | | | | | |
| 연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황 | 구입 기관 | 연구시설 ·장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입가격 (천원) | 구입처 (전화) | 비고 (설치장소) | ZEUS 등록번호 | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 국문핵심어 (5개 이내) | 고령친화식품 | | 아미노산 | | 식품 영양 | | 식품 가공 | | 물성 | | | |
| 영문핵심어 (5개 이내) | Care food | | Amino acid | | Food nutrition | | Food processing | | Rheology | | | |

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

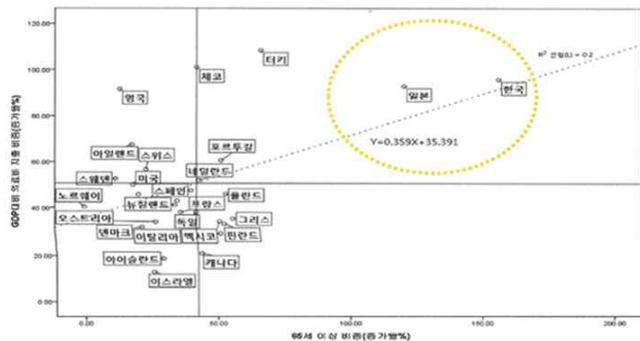
○ 통계청이 발표한 2019년 인구주택총조사에 따르면 65세 이상 고령인구비율은 2015년 13.2%에서 2019년 15.5%로 급증함. 우리나라는 2025년에 65세 이상 인구비율이 20%를 넘는 초고령 사회로 접어들며, 2050년에는 38% (세계 2위 수준)에 달할 것으로 전망되어 인구 고령화가 매우 빠르게 진행되고 있음.

○ 고령자 가구(가구주 연령 65세 이상) 비중은 점차 증가하여 2019년 21.8%를 기록했으며, 2045년에는 47.9%까지 치솟을 것으로 전망함.



<국내 65세 이상 인구 및 고령자 가구 비중 추이>

○ 인구 고령화로 인해 고혈압, 당뇨병, 뇌졸중, 고지혈증 등 만성질환이나 노인성 치매 등으로 장기요양이나 관리가 필요한 고령자가 증가하고 있어 가정 내에서 뿐만 아니라 국가적 차원에서 의료비 지출 비중이 급격히 높아짐.



<국가별 고령화 추이 및 의료비 지출 비중 증가율>

○ 보건복지부의 '2017 노인실태조사'에 따르면, 노인의 절반 정도가 영양관리에 주의 또는 개선이 필요한 상태로 나타남. 연령대가 높아질수록 영양관리상태가 좋지 않은 비율이 증가하는 경향이며, 85세 이상 연령군에서는 34.6%가 영양관리 개선이 필요한 것으로 조사됨.

○ 고령화가 진행됨에 따라, 당뇨병 및 신부전증 같은 만성질환자와 암(cancer) 같은 증증

환자가 함께 증가하고 있고, 정상적인 섭취·소화·흡수 능력이 제한된 환자 및 노령자를 위한 특수의료용도 등 식품의 생산이 증가하고 있음(한국농수산물유통공사, 2018).

<식품공전 기준 특수의료용도 등 식품 생산 규모>

(단위: 톤, 백만 원)

| 구분 | 환자용식품 ¹⁾ | | 선천성대사 질환자용 식품 | | 유단백 알레르기 영·유아용 특수조제식품 ²⁾ | | 영·유아용 특수조제식품 | | 합계 | |
|------|---------------------|--------|---------------|-----|-------------------------------------|-----|--------------|-------|--------|--------|
| | 출하량 | 출하액 | 출하량 | 출하액 | 출하량 | 출하액 | 출하량 | 출하액 | 출하량 | 출하액 |
| 2013 | 11,317 | 38,608 | 33 | 632 | - | - | 131 | 3,598 | 11,481 | 42,838 |
| 2014 | 12,484 | 43,653 | 12 | 482 | - | - | 135 | 3,853 | 12,631 | 47,988 |
| 2015 | 19,117 | 47,225 | 12 | 468 | - | - | 168 | 3,800 | 19,297 | 51,493 |
| 2016 | 17,691 | 49,558 | 13 | 511 | - | - | 146 | 3,752 | 17,850 | 53,821 |
| 2017 | 27,417 | 59,241 | 13 | 513 | - | - | 132 | 3,390 | 27,562 | 63,144 |

- 고령자들의 신체기능 저하 및 병리적 요인에 의해 겪게 되는 3대 섭식장애(연하장애, 소화장애, 저작장애)는 국내 65세 이상 노인들에 있어 50%가 저작장애, 33.7%가 연하장애를 보유하고 있다고 보고되었음. 2018년 한국식품연구원 보도 자료에 의하면 신체기능저하에 따른 소화장애와 더불어 앞서 언급한 연하 및 저작 장애와 병리적인 만성질환은 단일 문제라기보다는 복합적인 문제이며, 이로 인해 고령 환자들에 있어 원활하며 풍부한 영양섭취를 어렵게 하고 있음.

<연하식과 연화식의 구분>

| 분 류 | 설 명 | 예시 제품 |
|-----|---|---|
| 연하식 | 연하(삼킴)기능이 저하된 사람을 위해 식도로 정상적으로 넘어갈 수 있도록 적당한 흐름성을 가진 유동식 형태 (액상/젤 형태) | - 닭고기 무스 (신세계식품) - 무스웰 (메디푸드) - 그린비아 (정식품) |
| 연화식 | 저작기능이 저하된 사람을 위해 식품을 기존 물성보다 부드럽게 한 식품 (고상) | - 더 부드러운 소갈비찜 (현대그린푸드) - 부드러운 제육고추장 불고기(아워홈) - 맛있게 부드러운 동파육 (삼성 웰스토리) |

- 고령자 및 환자들의 영양섭취 장애에 대응하여 식품산업에서는 연하곤란자를 위한 “연하식”과 저작곤란자를 위한 “연화식” 제품들을 출시하고 있음. 그러나 연하곤란자들은 보통 저작곤란을 동시에 겪고 있고, 신체기능이 저작곤란자보다 더욱 약화된 상태이므로 경구섭취가 가능한 사람의 경우 연하식을 통한 영양섭취가 필수적임.
- 또한 연하곤란에 의해 발생하는 흡인(aspiration)은 성대(vocal folds)를 통해 음식물이나 액체가 통과하는 것으로, 잘못 삼키는 사람들은 기도 손상과 흡인성 폐렴을 포함해 일련의 호흡기 장애가 발생할 위험이 높은 상황임.
- 식품의 흡인현상은 환자에 연하상태에 따른 적합한 물성조절을 통해 극복할 수 있음. 그러나 국내에서는 관련 연구가 미흡하며, 현재까지 연하식의 물성 측정방법과 기준도 마련되어 있지 않을 정도로 초기 개발단계에 머물고 있는 상황임. 그래서 연하식의 물성

제어 및 기준 확립뿐만 아니라 영양적인 부분을 함께 고려한 보다 정밀한 연구가 필요한 실정임.

- 한편 고령자의 건강을 고려한 고령친화식품은 실버푸드(노인식)로 인식되고 있으며, 고령화 진행속도에 따라 매우 긍정적인 시장전망을 보이지만, 평균수명이 연장되면서 고령자 이면서도 충분히 건강한 소비층들에게 실버푸드라는 용어는 오히려 부정적 인식을 줄 수 있음.
- 고령친화식품은 고령자 외에도 음식물 섭취가 어려운 영유아나 환자 등으로 그 범위가 넓어지면서 케어푸드(care foods)로 그 정의가 확대되고 있음. “케어푸드”는 신체기능을 고려한 맞춤형 식품으로, 기존 고령자와 환자에게만 집중되어 있는 고령친화식품 및 환자식과 더불어 일시적으로 신체기능이 저하된 일반인, 산모, 어린이도 포함될 수 있는 포괄적 개념이며, 고령친화식품, 환자식, 건강기능식품, 특수용도식품 등을 아우르는 포괄적인 개념임.
- 농림축산식품부에 따르면 고령친화식품 시장 규모는 2011년 5,104억 원에서 2015년 7,903억 원으로 최근 5년간 54.8% 성장함. 고령친화식품과 환자, 영·유아 등을 위한 케어푸드의 전체 시장 규모는 이보다 큰 것으로 추정됨. 그러나 이미 고령화에 진입한 미국, 일본 등의 시장 규모가 수조~수십조 원대인 점을 감안하면, 우리나라는 아직 시장 형성기에 있음.

<고령친화식품 시장 규모(주요 연관품목 중심)>

(단위: 백만원)

| 구분 | 고령친화식품 범위 품목군 | | | | | 품목군 소계 | 고령친화식품 시장 규모 ⁴⁾ |
|------|---------------|----------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|-----------|-------------------------------|
| | 건강기능식품 | 특수용도식품 ¹⁾ | 전통·발효식품 ²⁾ | 두부류 또는 목류 | 인삼/홍삼제품 ³⁾ | | |
| 2011 | 1,312,600 | 29,305 | 2,304,134 | 603,900 | 307,503 | 4,557,442 | 510,434 |
| 2012 | 1,350,700 | 33,724 | 2,621,611 | 617,297 | 348,002 | 4,971,333 | 581,646 |
| 2013 | 1,406,600 | 39,240 | 2,725,557 | 615,583 | 282,898 | 5,069,878 | 618,525 |
| 2014 | 1,564,000 | 44,135 | 2,724,664 | 575,202 | 230,534 | 5,138,535 | 652,594 |
| 2015 | 1,732,600 | 47,693 | 3,014,012 | 696,424 | 541,967 | 6,032,696 | 790,283 |

※ 각 품목별 출하액 : 연도별 식품 및 식품첨가물 생산실적, 식품의약품안전처

건강기능식품 출하액 : 연도별 식품의약품통계연보, 식품의약품안전처

1) 특수용도식품 출하액 중 영유아 및 임신·수유부용 식품, 체중조절용 조제식품은 제외함

2) 전통·발효식품은 젓갈류, 절임식품, 김치류, 장류 출하액의 합계값임

3) 인삼/홍삼제품은 인삼/홍삼음료, 인삼/홍삼차, 인삼/홍삼 당절임 출하액의 합계값임

4) 고령친화식품 시장 규모는 품목군 소계값에 65세 이상 노인인구 비중을 곱한 값임

- 그러므로 신체기능이 떨어진 일반인을 대상으로 한 “표준형” 케어푸드와 질환별 환자, 산모와 같은 맞춤형영양이 필요한 “맞춤형” 케어푸드를 개발하여 필요한 영양을 보유하면서도 섭취자의 상태에 따라 섭취 가능하도록 물성이 제어될 수 있는 연하식 케어푸드의 과학적 근거 마련과 급격하게 진행되는 고령화에 맞춘 고품질의 제품개발이 절실히 필요함.

- 연하장애가 있는 경우 흡인의 빈도가 증가함에 따라 식사에 대한 두려움이나 식욕부진으로 열량, 수분, 단백질 섭취가 부족하게 됨. 적절한 영양섭취의 부족은 전반적 피로, 우울증 등을 초래할 수 있고, 환자는 근육 쇠약으로 기능적 상태가 저하되어 일상생활에 필요한 활동을 수행하는데 어려움을 겪을 수 있음.
- 고령자의 경우 체내 수분 함량은 점차 감소하고 갈증반응이 둔화되면서 필요한 수분의 섭취가 이루어지지 않는 경우가 많음. 특히, 도움 없이 물을 마실 수 없거나, 흡인의 위험이 있는 연하 장애 환자는 음식을 먹거나 마시는 능력이 저하되어 탈수 위험이 높음. 따라서 연하장애를 가진 고령자의 수분 섭취는 영양학적으로 매우 중요함.
- 또한 우리나라 노인 복지 시설 대부분은 50명 이하로 영양사가 없는 상태이고, 60%정도가 연하장애를 겪고 있음. 그 결과 연하수준에 따른 표준화된 물성 규격의 안전한 연하도움식을 제공할 수 없는 상황이 많아, 높은 흡인의 위험성과 폐렴의 발병으로 이어짐.
- 더욱이, 연하장애 환자의 41%는 죽 형태, 34%는 미음 형태의 식사를 한다고 보고되었는데, 이러한 식사로는 연하장애 환자들에게 충분한 열량을 제공하기 어려움. 그에 따라 재활전문병원에 입원 중인 뇌졸중 노인환자 중 연하장애 환자의 50%가 영양실조, 66.7%가 빈혈이 있다고 보고됨.
- 이러한 고령자의 수분과 영양 결핍은 근감소증으로 이어지고, 근감소증은 연하장애와 관련이 있다는 연구결과가 보고됨. 또한 고령자의 혀 압력의 감소는 일반적인 영양 상태와 골격근 무게의 감소, 빈혈의 발병과 연관이 있었고, 그에 따라 혀 압력의 저항 훈련 치료는 혀의 움직임의 정확도와 삼킴 기능을 향상시킨다고 함.
- 또 다른 연구에 따르면 연하 근육을 강화하는 운동 결과 연하장애가 개선되었고, 혀 압력이 증가하였으며 영양상태가 개선되는 효과를 확인함. 그 결과, 구강근의 기능과 연하장애에 영향을 미치는 요인은 혀 근력이었다고 보고함. 따라서 혀의 건강은 곧 삼킴 기능과 직결되는 중요한 요인임.
- 연하평가를 위한 의료보험 적용이 가능하게 되어 고령자&연하장애 환자의 진료 접근성이 높아졌고, 전문의의 적절한 연하식사(치료식)처방이 가능해졌으나 병원-요양시설 이외에서는 수준별 연하도움식을 손쉽게 구입하거나, 가정에서 연하식을 준비하기에는 부족한 현실임.
- 이에 따라 연하장애를 가진 고령자에게 수분과 에너지 섭취량을 증가시키고, 영양의 측면에서 적절한 단백질, 탄수화물, 지방 섭취에 기여할 수 있는 영양밀도를 높인 연하식에 대한 연구와 삼킴 기능과 밀접한 연관이 있는 혀의 건강 유지를 위한 매뉴얼의 개발이 필요함.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

[주관연구개발기관 : ㈜신세계푸드]

<1차년도> 고령친화식품 상품화를 위한 제조기반 구축

○ 고령친화식품 상품 구성안 마련 및 상품개발

- 기존 무스식 제품 현수준 파악 및 개선점 도출

· 기존 제품의 개선점을 도출하기 위해 가자미구이, 소불고기 무스 2종의 영양성분분석 및 물성분석, 섭취안전성 평가(사용성평가)를 진행함. 물성분석은 KS H 4897 시험법을 통해 진행했으며, 사용성평가는 평균연령 73세 고령자패널 19명 대상 섭취안전성 평가설문을 통해 평균치를 도출함.

| 구성 | 세부평가내용 | 평가 | | | | |
|-----------|---|----|---|---|---|---|
| 섭취 안전성 | ■ 제품의 목적 및 섭취방법을 고려하였을 때 고령자가 삼키기 용이한 크기로 제조되었는가? | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | ■ (반)유동식의 경우, 목넘김 시 흡착 위험이 없는가? | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | ■ 고령자인 소비자를 고려하여 제품의 이물(경질, 연질) 관리를 실시하였는가? | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

<사용성평가 섭취안전성 지표>

- 실제 병원식 식단 검토를 통한 상품 구성안 마련

· 자사에서 운영중인 병원사업장으로부터 실제 병원식당 2-3달 식단을 참고하여 고령친화식에 적합한 메뉴 및 주사용 원재료를 도출함.

- 원재료, 소재 종류별 특징파악 및 최적 배합비 탐색

· 병원식당 식단으로부터 추가제품 주원재료를 선정하고 원재료 부위별 성상, 관능비교를 통해 특징을 파악함. 또한 기존 무스식에 식물에서 기인한 단백질인 분리대두단백(SPI, Soy Protein Isolate) 첨가시 성상 변화를 테스트하고 물성측정을 통해 최적배합비를 탐색함. 단백질 첨가에 따른 물성테스트는 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis) test를 진행함.(Test speed 600mm/min, Distance 10mm) (제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함)

- 영양설계를 통한 고령친화식품 상품개발 및 성상, 관능확인

· 식품안전나라 영양성분 데이터베이스를 토대로 최종제품의 단백질 함량이 90g 기준 7.6g(안전계수 적용시 6g) 나오도록 영양설계를 하고, 실제 찹닭맛 무스개발 테스트를 통해 제품의 성상 및 관능을 확인함.

○ 원료, 소재, 특징 등 제품설계 및 배합비 개발

- 원료 전처리 조건 수립 및 제조 공정별 관리 포인트 설정

· 제품 및 공정 성계를 토대로 실제 공장에서 시생산을 통해 여러 조건에서 샘플제조를 테스트하고 전처리, 살균조건 등 관리포인트를 설정함. 고형원물 가열 전처리는 스팀오븐과 직화조리 두 가지 방식을 테스트하고 후 살균은 열탕과 레토르트 살균 두 방식을 테스트함. 레토르트 살균 시 조건 설정을 위해 랩에서 레토르트 장비를 이용해 사전살균테스트와 ellab data logger를 통해 살균 시 온도변

화와 f0값 측정을 진행함.

<2차년도> 소재조합을 통한 제품의 영양강화 및 고령친화식품 상품화

○ 영양밀도가 강화된 제품개발을 위한 최적소재(물성제어, 분지아미노산 비율탐색)

- 분지아미노산 함량별 최적비율 탐색

분지아미노산의 특성파악 및 제품개발시 첨가를 통해 배합비 개발 진행함. 함량이 높을수록 영양적인 가치는 증가하지만, 원가도 상승하기 때문에 적절한 함량의 설정이 필요함. 아직은 세부원가가 산정되기 전이기 때문에 식물성 단백질소재와 단가가 비슷하다는 전제하에 5% 전후로 고려함.

- 제품의 영양강화에 따른 물성 및 관능 확인

분지아미노산의 특성파악 및 제품개발시 첨가를 통해 배합비 개발 진행함. 분지아미노산 특유의 풍미를 고려하여 함량별 테스트를 진행하였으며 2% 전후로 첨가하였을 때, 부재료(양념)과 혼합되어 마스킹이 잘 되었음.

○ 시생산을 통한 대량생산 시, 문제점 확인 및 상품의 품질 확인

- 완제품의 이화학적 표준규격 설정

다수의 시생산을 통해 대량생산 조건을 수립하였으며, 이 조건하에 공정이 개선된 6종의 제품에 대해 완제품 생산 및 염도 및 당도에 대한 표준규격을 설정하였음. 본 제품의 경우, 원물의 함량이 높아(30~50%) 매 생산 시, 규격의 일부 변동이 있을 수 있어서, 생산의 횟수를 늘려 데이터를 확보하여 오차범위를 줄이기로 함.

- 물리적 표준규격 설정

자사의 제품 개발 시, 혀로 누를 수 있는 고령친화식품 인증 3단계(경도 20,000N/m²)에 부합할 수 있도록 물성을 설계하였음. 원물이 가진 특성(단백질계열) 과 물성조절소재 및 분지아미노산의 최적함량테스트 및 섭취 시 조건등을 고려하여 제품이 경도 20,000N/m² 이하가 될 수 있도록 개발함. 물성테스트는 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis) test를 진행함.(Test speed 600mm/min, Distance 10mm) (제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함)

- 완제품의 성상 및 관능구현 확인

제품개발의 경우, 실험실에서 개발했을 때와 대량생산공정을 거쳤을 때 맛의 차이가 날 수 있기 때문에, 이를 고려하여 배합비 개발을 진행함. 원물의 맛이 느껴지되, 분지아미노산의 특유의 풍미가 느껴지지 않도록 부재료를 첨가하였으며, 전반적인 맛의 만족도 및 섭취안전성이 용이한지에 대해 실제 고령자 패널 및 병원소비자를 대상으로 소비자조사를 진행하였음.

- 고령친화식품 상품화를 위한 대량생산 조건 탐색

개발단계에서 설계된 맛, 대량생산 시 효율적인 공정, 규격화된 물성의 구현, 영양성분의 유지, 미생물적 안정 등을 고려한 생산조건을 설정하였으며, 시생산을 통해 문제점을 파악 및 보완하였음. 기존제품의 공정개선을 통해 안정적인 제품의 생산성을 재확인하였으며, 신제품의 시생산을 통해 제품의 대량생산조건을 최종 설정하였음.

<3차년도> 고령친화식품 완제품의 상품성 확인 및 대량생산 공정 수립

○ 완제품의 물성, 영양분석을 통한 제품의 품질개선

- 완제품의 영양성분 및 물성 분석

· 고령친화식품의 중요 인자인 균형 잡힌 영양 식사를 위하여 즉석조리식품에 해당하는 완제품의 영양성분을 파악하여 균형 잡힌 식단을 제공할 수 있음. 또 다른 중요인자로는 섭취강도에 따른 물성 분석을 통한 경도 확인과 물성의 프로파일을 확인하여 연하곤란 환자 대상의 섭취가능 식단으로 제공하기 위하여 완제품의 물성 제어 진행함.

· 영양성분은 식품 공전-제8. 일반시험법-2.식품성분 시험법-2.1 일반성분시험법의 분석방법에 근거하여 9대 영양성분을 분석함.

· 물성 분석은 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis)를 수행함(분석조건: Test speed 600mm/min, Distance 10mm). 제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함.

- 가열조리, 냉동 등 온도변화에 따른 제품 내 성상유지 확인 및 개선 진행

· 완제품을 제조-유통-구매-조리 및 섭취 단계를 거쳤을 때 여러 차례에 온도 변화가 일어나는 점을 감안하였을 때 제품의 물성이 변화하는지 여부와 그 정도를 확인함.

· 단백질 함량에 기인하는 원물의 강성에 따라 기존 물성소재의 함량을 다르게 했으며, 각 제품의 배합비상 물성소재의 함량이 가장 높은 간장조림생선무스를 기준으로 실험하였음.

· 먼저 대조구로는 간장생선조림무스 제품의 보관 조건인 일반적인 냉동 보관(-20℃)에서의 제품의 물성을 확인하였으며, 실험구로는 간장생선조림무스 제품의 유통 환경을 구성하기 위해 냉해동 조건을 조성하여 제품의 물성을 확인하였음. 냉해동 조건으로는 냉장 조건(3~4℃)에서 24hr 냉장 해동하였으며, 이 후 냉동(-20℃이하)조건에서 30hr 보관한 제품에 대하여 물성을 확인함.

· 물성 분석은 냉동 보관 제품에 대하여 냉장해동(3~4℃) 24hr 진행한 후, 끓는물에 중탕 가열 20분 하였으며, 냉각하여 제품의 온도를 20℃로 설정하여 물성 측정 하였음. 물성 측정은 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용하여 고령친화식품 물성 시험 경도시험법 제 2법 조건(분석 조건:Test speed 600mm/min, Distance 10mm)에 따라 Hardness(N/m²)을 측정하여 비교 분석하였음.

· 염도가 낮은 해당 제품의 냉해동 안정성을 유지하기 위한 개선사항으로는 온도 조건에 따른 물성 변화를 최소화할 수 있도록 연구과제 성과물인 물성 소재의 함량을 설정하여 제품 배합비를 설계함.

· 냉해동 안정성, 제품 내 성상유지를 위한 물성소재 사용 제품 실험구에 대해서 또한 위와 같은 방식의 냉해동 보관 조건의 샘플에 대하여 물성측정을 진행함.

- 경시변화를 통한 영양성분의 유지, 감소수준 파악

· 시간 경과에 따른 영양성분 함량의 변화 여부와 그 정도를 확인하여 제품의 영양학적 품질 안전성을 확인하고자 함.

· 영양성분은 식품 공전-제8. 일반시험법-2.식품성분 시험법-2.1 일반성분시험법의 분석방법에 근거하여 9대 영양성분을 분석함.

· 물성 분석은 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis)를 수행함(분석조건: Test speed 600mm/min, Distance 10mm).

○ 소비자 대상 실증연구를 통한 고령친화식품 상품성 확인

- 주찬, 부찬, 디저트용 연하식 제품출시 및 상품화

1. 소비자 대상 상품성 확인 및 제품설계

· 식단구성을 위한 주찬, 부찬, 디저트 메뉴 제품개발을 진행하기에 앞서 고령친화식품의 시장성을 확장하며 다양한 소비자 계층으로 확대하게 위해 20~30대, 50~60대 계층별 제품의 종합 기호도 평가를 진행함. 종합 기호도 평가는 관능검사 센터인 '센소메트릭스'에서 진행하였으며, 기존 연하곤란 환자를 대상으로 하는 고령친화식품의 관능품질 프로파일을 확인하였음. 관능을 위한 샘플은 실제 조리방법을 참고하여 냉장온도에서 24시간 해동 후 10~15분 중탕가열 후 40℃ 온장고에 보관하여 35~40℃ 온도로 평가자에게 제공하였음.

· 고령친화식품의 메뉴구성을 위한 제품 개발로 주찬, 부찬, 디저트 메뉴의 제품을 개발하였으며, 메뉴 구성 방안으로는 협동기관인 경기대 연구수행 결과물인 저분자 분지아미노산 소재를 활용하기 위해 해당 소재의 맛 베이스인 간장풍미의 감칠맛과 어울리는 메뉴로 구성하였음, 또한 소비자 선호도 조사 내용을 바탕으로 고령인들의 섭취강도에 적합하며 다양한 소비자 계층의 선호도가 높은 제품개발이 필요함을 확인함.

· 따라서 고령연령에 해당하는 50~60대와 더불어 20~30대의 기호도가 좋은 메뉴 및 섭취방법으로 제품개발을 진행하였음.

2. 주찬 및 부찬 연하식 제품출시 및 상품화

· 각 메뉴 제품 개발 시 주찬, 부찬 메뉴에 해당하는 제품의 영양설계는 고령친화식품 영양기준인 1회 섭취량 당 단백질 6g기준을 충족하였으며, 혀로 으깨어 섭취 가능한 3단계 물성 기준인 경도 20,000N/m²이하에 해당하는 물성 기준치를 확인하여 제품 개발하였음. 디저트 메뉴의 제품의 물성 강도는 다양한 소비자층을 겨냥하여 물성강도를 다양화 하여 제품개발 하였음. 해당 제품은 자사와 거래중인 병원사업장 및 기업급식사업장에 납품하였으며, 온라인 소비자 판매도 진행함.

3. 디저트 연하식 제품출시 및 상품화

· 연하식 디저트메뉴 제품개발로는 빠른 단백질 흡수를 위한 저분자 분지아미노산 소재와 어울리는 플레이버를 구상하였으며, 개발된 물성소재의 특성에 따라 제품개발 하였음.

· 1단계 연구수행 결과물로서 주찬 9종(소불고기무스, 돼지고기수육무스, 동파육무스, 닭고기무스, 가자미구이무스, 간장생선조림무스, 된장맥적구이무스, 간장찜닭무스, 짜장무스), 부찬 1종(고추잡채무스, 관자새우크림무스)을 개발 완료하였음. 2단계 연구수행 결과물로 부찬 1종(야채스튜무스), 디저트 메뉴 8종(청포도젤리, 복숭아젤리, 커피젤리, 초코양갱, 녹차양갱, 커피양갱, 단호박 포리지, 소프트쿠키)를 메뉴개발 하였음.

- 주찬, 부찬, 디저트 제품을 대상으로 병원/자택 내 식단차림안 마련

· 신세계푸드에서 제품개발한 고령자들에게 적합한 영양과 물성을 가지는 고령친화식품의 메뉴를 주

찬, 부찬, 디저트로 분류하여 병원 및 자택 내 섭취 가능한 식단 차림안을 구성하였음.

1. 병원형 식단차림안 마련

실제 병원에서의와 같이 섭취가능정도에 따라 일반식, 다짐식, 갈찬식으로 분류하여 식단차림안을 구성하였으며, 식단별 메뉴 구성은 한국산업표준 고령친화식품 물성기준에 따라 일반식은 1단계 (500,000~55,000N/m²)이하, 다짐식은 2단계(50,000~22,000N/m²) 이하, 갈찬식은 3단계 (20,000N/m²)이하의 경도를 가지는 제품군으로 설정하여 구성하였음.

2. 자택형 식단차림안 마련

자택에서의 식단은 신세계푸드에서 개발한 고령친화식품 및 간편조리 가능한 메뉴로 구성하였으며, 간편조리 시에는 협동기관인 경기대에서 개발한 고영양밀도 단백질소재와 세종대에서 개발한 연하곤란자를 위한 물성조절 소재를 활용하여 식단의 조리방법을 구성하였음.

- 식단제공을 통한 제품의 안전성 및 효율성 평가(위탁기관협업)

· 대부분의 고령환자는 연하곤란(삼킴장애)를 가지고 있으며, 연하곤란환자 대상의 안전성 확보가 필수적임. 이러한 점들을 고려하여 제품의 안전성을 평가하기 위한 지표로 부착성(Adhesiveness)을 검토하였으며, 한양대에서 3차년도 진행한 일산복음재활병원의 이지밸런스 무스식의 고령환자 대상 고령친화식품 사용성 평가(섭취안전성 평가)시 부착성(Adhesiveness)강도 측정값과 실제 제품의 경사도 부착성 성상을 파악하여 제품에 대한 안전성을 평가함.

· 제품의 효율성을 판단하기 위해서는 위탁기관인 병원의 고령환자 대상 메뉴인 소불고기 메뉴에 대한 상품(이지밸런스 소불고기) 및 식단 메뉴(소불고기)의 조리시간 효율성 평가를 수행함. 일반 병원 사업장 메뉴는 갈찬의 섭취강도에 맞춰 조리하였으며, 이지밸런스 소불고기무스는 사업장 조리시간 기준으로 조리하였음.

[제1협동연구기관 : 경기대학교]

<1차년도> 분지아미노산 고함유 단백질 생산 종균 및 소재화 기술 개발

○ 분지아미노산 고생산 균주 생산 및 발효조건 구축

1. 재료

가. *Bacillus* 균주 및 배양

선행연구를 통하여 메주 및 된장에서 분리하여 경기대학교에서 보존하고 있는 *Bacillus* 균주를 *gmk* (guanylate kinase) 유전자 염기서열 분석을 통하여 재동정한 *B. subtilis* 114균주, *B. velezensis* 105균주, *B. sonorensis* 58균주, *B. licheniformis* 42균주를 분지아미노산 고생산 균주선발에 사용함. 균주는 Tryptic Soy Broth (TSB), Tryptic Soy Agar (TSA), Nutrient agar를 사용하여 37℃에서 배양함.

나. 원료 대두

발효를 통한 분지아미노산(BCAA) 생성 검증에 사용하는 대두는 농협하나로마트에서 구입하여 사용함.

2. *Bacillus* 특성 규명

Bacillus 균주의 내염성은 TSA 배지에 NaCl을 9~14% (w/v) 첨가하여 37°C에서 4일간 배양하여 판단함. 단백질분해활성은 TSA에 skim milk를 2% (w/v) 첨가한 배지에서 37°C에서 3일간 배양한 다음, 4°C에서 1일간 배양하여 생성되는 투명환으로 판단함. 단백질분해활성에 미치는 NaCl의 영향은 단백질분해활성 측정 배지에 NaCl을 첨가하여 확인함.

3. *Bacillus* 대두발효시료 제조

수돗물로 대두를 선정한 후, 18시간 실온에서 수침하여 대두가 충분히 수분을 흡수하도록 방치함. 수분을 흡수한 대두를 250 ml 병에 50 g 씩 소분한 다음, 121°C에서 30분 autoclave로 멸균함. 멸균한 대두가 실온까지 냉각되면 *Bacillus* 균주를 5×10^6 colony forming units (CFU/g) 수준으로 접종하여 25°C에서 15일간 보존함.

4. *Bacillus* 대두발효시료의 유리아미노산분석

25°C에서 15일간 보존한 대두발효시료는 -70°C에서 보존함이 아미노산분석을 진행함. 시료 중 유리아미노산 추출에는 0.1M perchloric acid, 0.1% methanol-phosphoric acid 조성의 추출 buffer를 사용함. 추출 buffer로 상온에서 1시간 추출한 다음, 0.2 um membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석함. HPLC 분석은 Dionex Ultimate 3000을 사용하였고, 검출은 UV detector를 사용하여 338 nm에서 진행함. 분석을 위한 고정상 column은 Inno C18 column (4.6mm x 150mm, 5um / Younjin biochrom / Korea)을 사용하였고, 이동상으로는 Mobile phase A: 40mM Sodium phosphate (pH 7)와 Mobile phase B: 3DW / Acetonitrile / Methanol(10 : 45 : 45 v/v%)을 사용함. 시료는 3반복 진행하여 통계분석함.

5. 통계분석

HPLC 분석결과치는 평균과 표준편차를 산출하여 표시하였으며, 시료의 유의차는 분산분석(ANOVA) 후, Duncan의 multiple range test로 검증함($p < 0.05$). 각 균주에 의해 생성된 아미노산의 차이를 시각화하기 위해 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA)을 진행함. 모든 통계분석은 SPSS software package (version 22.0; SPSS, IBM, USA)을 사용함.

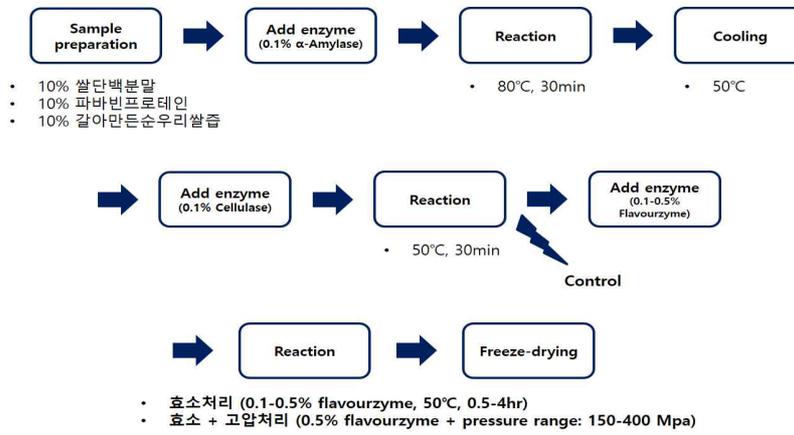
○ 분지아미노산 고함유 단백질 소재화 공정 구축

1. 재료

· 쌀단백, 잠두단백(파파빈프로테인), 병아리콩분말, 분리대두백, 완두단백은 (주)에이치엔아이로부터 공급받아 사용함. 두유는 국산 대두를 이용하여 두부제조 공정에 따라 두유를 추출하여 사용함.

2. 상압 하에서 식물단백 가수분해물 제조

· 식물단백분말과 탈이온수를 혼합하여 10% 고형분 함량의 현탁액을 제조하여 이중자켓 반응조에 넣고 100 rpm으로 교반하면서 순차적으로 thermostable α -amylase (0.1%, 80°C, 30 min)와 cellulase (0.1%, 50°C, 30 min)를 가하여 효소반응함. 전처리 효소반응 후 단백질가수분해효소(flavourzyme, exo-type)을 식물단백분말 건조중량 대비 0.1~0.5%의 농도로 가하여 50°C에서 0.5~4시간 동안 가수분해를 진행함. 효소반응이 종결된 후 효소반응물은 끓는 물 수욕조에서 15분간 가열하여 효소들을 불활성화하고 동결건조하여 식물단백 가수분해물을 제조함. 대조군은 전처리 효소반응하고 단백질가수분해효소를 처리하지 않은 것으로 함(그림 1).



<그림 1. 식물단백 가수분해물 제조방법>

3. 고압 하에서 식물단백 가수분해물 제조

· 고압처리를 이용한 단백질 가수분해산물은 전처리 효소반응 후 단백질가수분해효소(flavourzyme, 0.5%)를 가하여 25°C와 150-400 MPa에서 1 시간 동안 효소반응하여 생산함. 효소반응이 완료된 후 식물단백 효소반응물은 15분간 끓는 물 수욕조에서 가열하여 효소를 불활성화하고 동결건조하여 식물단백 가수분해물을 제조함. 대조군으로 전처리된 식물단백을 상압 하에서 0.5%의 단백질가수분해효소를 가하여 4시간 동안 처리하여 얻은 가수분해물을 이용함. 세부적인 처리조건은 표 1에 제시함.

| Sample | Treatment | No. | Sample | Treatment | No. | Sample | Treatment | No. |
|-----------------|---------------------------------------|-----|-------------|---------------------------------------|-----|---------------|---------------------------------------|-----|
| 갈아만든순우리쌀즙 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 1 | 쌀단백분말 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 9 | 파바빈프로테인 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 17 |
| | Control (α-Amylase, Cellulase만 처리) | 2 | | Control (α-Amylase, Cellulase만 처리) | 10 | | Control (α-Amylase, Cellulase만 처리) | 18 |
| | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 3 | | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 11 | | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 19 |
| | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 4 | | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 12 | | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 20 |
| | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 5 | | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 13 | | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 21 |
| | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 6 | | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 14 | | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 22 |
| | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 7 | | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 15 | | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 23 |
| | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 8 | | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 16 | | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 24 |

<표1. 식물 단백질의 고압 효소처리 조건>

4. 식물단백 기반 발효산물 제조

· 식물단백분말, 탈이온수와 완충용액을 이중자켓 반응조에 넣어 100 rpm으로 교반하면서 80°C까지 온도를 상승시켜 10분간 유지한 후 37°C로 냉각함. 식물단백분말 현탁액의 온도가 37°C에 도달하였을 때, starter 1%를 살균된 1회용 주사기를 이용하여 반응조에 주입함. Starter를 주입한 후 24시간이 되었을 때부터 발효 1일차로 하여 2일 간격으로 발효산물을 취하여 상층액의 단백질 함량을 Lowry 법에 따라 분석함. 발효가 종료된 후 발효산물은 원심분리(3,000×g, 20분)하여 상층액과 침전물로 분리함. 침전물에 잔류하는 단백질가수분해물과 유리아미노산을 추출하기 위해 침전물은 70% 에탄올수용액과 혼합하여 상온에서 30분간 교반하고 4°C에서 18시간 동안 정치한 후 원심분리하여 침전물과 상층액으로 분리함. 이 조작은 총 2회 반복함. 침전물로부터 회수된 상층액으로부터 증발회전농축기를 이용하여 에탄올을 제거한 후 발효 종료 직후 회수된 상층액과 혼합함. 최종적으로 회수된 침전물과 상층액은 동결건조한 후 구성아미노산 분석을 수행함. 대조군으로 발효되지 않은 식물단백분말을 사용함.

5. 용해도 및 팽윤력

· 식물단백 가수분해물 또는 발효산물 0.5 g과 탈이온수 25 mL을 50-mL conical tube에서 혼합하여 항온수조(온도조건: 25°C, 98°C)에서 30분간 진탕함. 진탕한 후 원심분리(2,500×g, 20 min)하여 침전물과 상층액을 분리하여 침전물의 무게를 측정하였고, 상층액은 105°C에서 항량에 도달할 때까지 건조함. 다음의 계산식에 따라 용해도와 팽윤력을 산출함.

$$\text{Water solubility (\%)} = \frac{\text{Dry supernatant weight}}{\text{Dry sample weight}} \times 100$$

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Wet sediment weight}}{\text{Dry sample weight} \times \left(1 - \frac{\text{WS (\%)}}{100}\right)}$$

6. 유리아미노산 분석

· 제조된 시료들의 유리아미노산 성분을 분석하기 위해 각 시료(0.5 g)에 5% trichloroacetic acid 10 mL를 첨가 후 원심분리(3,000×g, 15 min)함. 이 후 상층액을 0.2 μm syringe filter로 filtering하여 아미노산 분석기로(Hitachi Co., Tokyo, Japan) 분석함.

7. 가수분해물의 SDS-PAGE

· 시료별 단백질 가수분해 특성을 확인하기 위하여 sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)를 이용하여 가수분해물의 단백질 패턴을 측정함. SDS-PAGE는 12% gel을 사용함. 각 가수분해물은 sonification 및 homogenization을 통하여 단백질을 추출 후 원심분리를 이용하여 상층액을 얻었음. 단백질 함량 측정은 BCA assay kit를 이용함. 상층액을 젤에 loading 하여 전기영동 후 molecular weight marker를 이용하여 단백질 패턴을 분석함.

<2차년도> 분지아미노산 고함유 단백질소재의 품미개선 및 대량생산 공정 설계

○ 재료

가) Bacillus 균주 및 배양

· 선행연구를 통하여 메주 및 된장에서 분리하여 경기대학교에서 보존하고 있는 *Bacillus* 균주 및 국내기관에서 분양받은 *Bacillus* 균주를 *gmk* (guanylate kinase) 유전자 염기서열 분석을 통하여 재동정을 진행하였고, 동정이 확실한 *B. subtilis* 158개 균주, *B. velezensis* 256개 균주, *B. licheniformis* 138개 균주를 분지아미노산 고생산 균주 선발에 사용함. 균주는 Tryptic soy broth (TSB), Tryptic soy agar (TSA), Nutrient agar를 사용하여 37°C에서 배양함.

나) 발효원

· 발효를 통한 분지아미노산(BCAA) 생성 검증에 사용하는 대두는 농협하나로마트에서 구매하여 사용함. 식물단백 원료(분리대두단백, 분리쌀단백, 농축잠두단백, 농축완두단백)와 병아리콩분말은 (주)에이치엔아이에서 구매하여 사용함. 두유는 대두를 이용하여 두부 제조공정에 따라 추출하여 사용함.

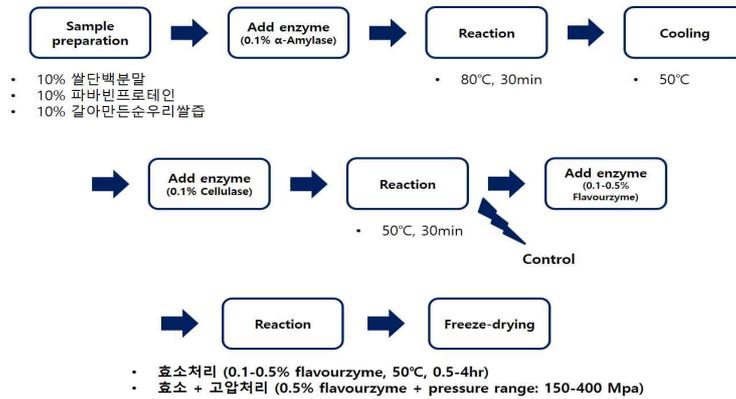
○ 대두 낱알 활용 발효산물 제조

· 수돗물로 대두를 씻어 18시간 동안 상온에서 수침하여 대두가 충분히 수화되도록 방치함. 수화된 대두를 250 mL 병에 50 g 씩 소분하고 121°C에서 30분간 autoclave로 멸균함. 멸균한 대두가 실온까지 냉각되면 *Bacillus* 균주를 5×10^6 CFU/g 수준으로 접종하여 25°C에서 15일간 발효함.

○ 식물단백 가수분해물 제조

가) 상압에서 효소 처리

· 식물단백 분말과 탈이온수를 혼합하여 10% 고형분 함량의 현탁액을 제조하고 이중자켓 반응조에 넣어 100 rpm으로 휘저으면서 순차적으로 thermostable α -amylase (0.1%, 80°C, 30 min)와 cellulase (0.1%, 50°C, 30 min)를 가하여 효소 반응함. 전처리 효소반응 후 단백질가수분해효소 (flavourzyme, exo-type)을 식물단백분말 건조중량 대비 0.1-0.5%의 농도로 가하여 50°C에서 0.5-4 시간 동안 가수분해를 진행함. 효소반응이 종결된 후 효소 반응물은 끓는 물 수욕조에서 15분간 가열하여 효소들을 불활성화하고 동결건조하여 식물단백 가수분해물을 제조함. 대조군은 전처리 효소반응하고 단백질가수분해효소를 처리하지 않은 것으로 함.



<식물단백 가수분해물 제조 방법>

나) 고압에서 효소 처리

· 식물단백 현탁액을 전술한 바와 같이 전처리 효소반응하고 단백질가수분해효소(flavourzyme, 0.5%)를 가하여 25°C와 150-400 MPa에서 1 시간 동안 효소 반응하였음. 효소반응이 완료된 후 효소반응물은 15분간 끓는 물 수욕조에서 가열하여 효소를 불활성화하고 동결건조하여 식물단백 가수분해물을 제조함. 대조군으로 전처리된 식물단백을 상압 하에서 0.5%의 단백질가수분해효소를 가하여 4시간 동안 처리하여 얻은 가수분해물을 이용함. 세부적인 처리조건은 아래 표에 제시함.

<식물단백의 고압 효소처리 조건>

| Sample | Treatment | No. | Sample | Treatment | No. | Sample | Treatment | No. |
|-----------------|--|-----|-------------|--|-----|---------------|--|-----|
| 갈아민든순우리쌀즙 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 1 | 쌀단백분말 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 9 | 피바빈프로테인 (10%) | 0.5% Flavourzyme 50°C, 4hr (상압조건) | 17 |
| | Control (α -Amylase, Cellulase만 처리) | 2 | | Control (α -Amylase, Cellulase만 처리) | 10 | | Control (α -Amylase, Cellulase만 처리) | 18 |
| | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 3 | | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 11 | | 0.5% Flavourzyme 150 MPa, 1hr | 19 |
| | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 4 | | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 12 | | 0.5% Flavourzyme 200 MPa, 1hr | 20 |
| | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 5 | | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 13 | | 0.5% Flavourzyme 250 MPa, 1hr | 21 |
| | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 6 | | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 14 | | 0.5% Flavourzyme 300 MPa, 1hr | 22 |
| | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 7 | | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 15 | | 0.5% Flavourzyme 350 MPa, 1hr | 23 |
| | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 8 | | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 16 | | 0.5% Flavourzyme 400 MPa, 1hr | 24 |

○ 식물단백 발효산물 제조

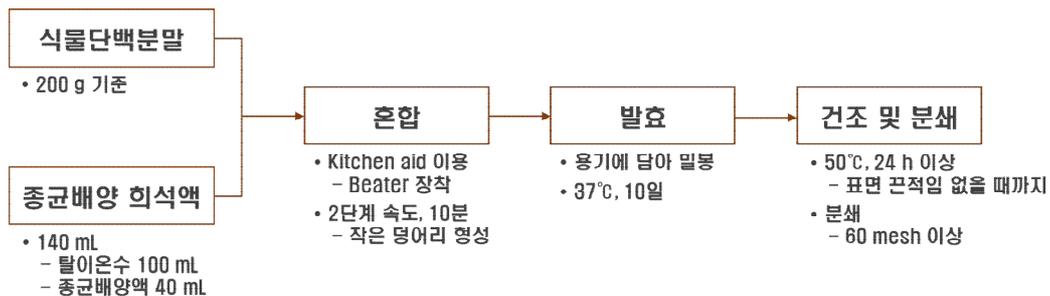
가) 액상 발효

· 식물단백 분말, 탈이온수와 완충용액을 이중자켓 반응조에 넣어 100 rpm으로 휘저으면서 80°C까지 온도를 상승시켜 10분간 유지한 후 37°C로 냉각함. 식물단백 현탁액의 온도가 37°C에 도달하였을

때, *Bacillus* 종균 배양액을 식물단백 현탁액 부피의 1%가 되도록 살균된 1회용 주사기를 이용하여 반응조에 주입함. 종균 배양액을 주입한 후 24시간이 되었을 때부터 발효 1일 차로 하여 2일 간격으로 발효산물을 취하여 상층액의 단백질 가수분해물의 함량을 Lowry 법에 따라 분석함. 발효가 종료된 후 발효산물은 원심분리(3,000×g, 20 min)하여 상층액과 침전물로 분리함. 침전물에 잔류하는 단백질가수분해물과 유리아미노산을 추출하기 위해 침전물은 70% 에탄올수용액과 혼합하여 상온에서 30분간 교반하고 4℃에서 18시간 동안 정치한 후 원심분리하여 침전물과 상층액으로 분리함. 이 조작은 총 2회 반복함. 침전물로부터 회수된 상층액으로부터 증발회전농축기를 이용하여 에탄올을 제거한 후 발효 종료 직후 회수된 상층액과 혼합함. 최종적으로 회수된 침전물과 상층액은 동결건조함. 대조군으로 발효되지 않은 식물단백 분말을 사용함.

나) 고상 발효

· 고상 발효에 사용한 용기는 열탕 소독 후 30℃에서 건조하여 사용함. 식물단백 분말은 진공포장하여 121℃에서 15분간 autoclave하고, 반죽 제조에 첨가될 정제수는 끓인 후 식혀 사용함. *Bacillus* 종균은 TSB 배지에서 O.D 값이 0.7-0.8이 될 때까지 배양 후 사용함. 살균된 식물단백 분말(200g)을 키친에이드 반죽기에 넣고 *Bacillus* 종균 배양액(40 mL)-정제수 혼합용액을 가하여 반죽을 제조함. 식물단백 분말이 응집되어 좁쌀 정도의 덩어리에서 질은 반죽이 형성될 수 있도록 분리쌀단백은 260 mL, 분리대두단백은 160 mL, 농축잠두단백은 80 mL, 농축완두단백은 60 mL, 병아리콩가루는 160 mL로 식물단백마다 가수량을 달리하였음. 형성된 반죽은 스테인리스강 용기에 넣어 밀봉하고 37℃에서 10-20일 동안 발효하였음. 식물단백의 발효 정도는 유리 단백질의 함량으로 판단하였으며, 발효시료의 일부(5 g)를 5일 간격으로 취하여 분석하였음. 발효가 종료된 후 50℃에서 표면 끈적임이 없어질 때까지 건조한 후 분쇄하고 60 mesh 표준체망을 통과시켜 식물단백 발효산물을 제조하였음.



<식물단백의 고상 발효 공정도>

○ *Bacillus* 종균 및 발효산물의 특성 분석

가) *Bacillus* 단백질분해 활성 평가

· 균주들의 단백질분해 활성은 탈지분유 2% (w/v)를 첨가한 TSA를 이용하여 평가함. 단일 colony를 TSB를 사용하여 18시간 이상 배양 후 탈지분유를 첨가한 TSA에 1 μL를 접종함. *B. subtilis*와 *B. velezensis*는 37℃에서 6시간 동안, *B. licheniformis*는 37℃에서 9시간 동안 배양 후 냉장고(4℃)에서 4일간 보관하여 형성된 투명 환의 여부로 단백질분해 활성을 확인함.

나) 발효산물의 관능평가 및 GC-IMS 분석

· *Bacillus* 균주 및 발효기질(식물단백) 선발을 위해 발효산물의 향기 성분 분석은 경기대학교 식품생물공학과 대학원생 10인의 관능평가를 통하여 진행하였음. 관능평가에 따라 선발된 균주들을 사용하여 발효한 발효산물들은 GC-IMS (Gas Chromatography coupled to Ion Mobility Spectrometry) 분석을 통하여 과학적 유효성을 확보함. GC-IMS 분석은 (주)농심 식품안전연구소에 의뢰하여 진행함.

분석에는 HS/GC/IMS (FlavourSpec®, GAS mbH, Dortmund, Germany) coupled to an auto-headspace sampler (PAL HTS-xt, CTC Analytics AG, Zwingen, Switzerland)가 사용됨.

다) 발효산물의 SDS-PAGE

· 처리군별 단백질 가수분해 특성을 확인하기 위하여 sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)를 이용하여 단백질 분자량 분포를 분석함. SDS-PAGE는 12% gel을 사용함. 각 시료들은 sonification 및 homogenization을 통하여 단백질을 추출 후 원심분리를 이용하여 상층액을 얻었음. 단백질 함량 측정은 BCA assay kit를 이용함. 상층액을 젤에 loading 하여 전기영동 후 molecular weight marker를 이용하여 단백질 패턴을 분석함.

라) 화학적 분석

(1) 일반성분

· 수분 함량은 적외선수분측정기를 이용하여 정량하였음. 조단백질(%N×6.25)은 Kjeldahl 질소정량법을, 조지방은 Soxhlet 법을, 조회분은 건식회합법을 이용하여 정량하였음. 총 탄수화물 함량은 건조중량 기준으로 조단백질, 조지방과 조회분의 총합을 100에서 차감하여 계산하였음. 전분 함량은 total starch assay kit를 이용하여 AACCI의 방법에 따라 분석함.

(2) 아미노산 조성

· 시료 중 유리아미노산 추출에는 0.1 M perchloric acid, 0.1% methanol-phosphoric acid 조성의 추출 buffer를 사용함. 유리아미노산을 위해 추출 buffer로 상온에서 1시간 추출하였고, 구성아미노산 분석을 위해 시료는 6 M HCl을 이용하여 110°C에서 가수분해하였음. 제조된 분석시료는 0.2 um membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석함. HPLC 분석은 Dionex Ultimate 3000을 사용하였고, 검출은 UV detector를 사용하여 338 nm에서 진행함. 분석을 위한 고정상 column은 Inno C18 column (4.6mm x 150mm, 5um / Younjin biochrom / Korea)을 사용하였고, 이동상으로는 mobile phase A: 40mM Sodium phosphate (pH 7)와 mobile phase B: 3DW/acetonitrile/methanol(10:45:45, v/v)을 사용함.

(3) 기타

· 발효산물의 유리 단백질 성분 함량은 Lowry 법 또는 Bradford 법을 이용하였음. 환원당 함량은 DNS 법을 이용하였음.

마) 조 유리아미노산 함량(중량법)

· 발효산물 0.5 g (d.b)을 50 mL conical tube에 넣고 70% (v/v) aqueous ethanol 25 mL를 가하여 밀봉함. Conical tube는 wrist action shaker를 이용하여 상온에서 1시간 동안 진탕한 후 원심분리(2,500×g, 20 min)하여 상층액을 취함. 상층액은 105°C에서 건조하여 함량을 구하여 다음의 계산식에 따라 조 유리아미노산 함량을 계산함.

$$\text{Crude free amino acid content} = \frac{\text{Dry supernatant weight (g, d. b)}}{\text{Dry sample weight (g, d. b)}} \times 100$$

바) 용해도 및 팽윤력

· 식물단백 가수분해물 또는 발효산물 0.5 g과 탈이온수 25 mL을 50-mL conical tube에서 혼합하여 향운수조(온도조건: 25°C, 95°C)에서 30분간 진탕함. 진탕 후 원심분리(2,500×g, 20 min)하여 침전물과 상층액을 분리하여 침전물의 무게를 측정하였고, 상층액은 105°C에서 함량에 도달할 때까지 건조함. 다음의 계산식에 따라 용해도와 팽윤력을 산출함. 또한 상층액의 가용성 단백질 성분을

Bradford 법을 이용하여 정량하였음.

$$\text{Water solubility (\%)} = \frac{\text{Dry supernatant weight}}{\text{Dry sample weight}} \times 100$$

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Wet sediment weight}}{\text{Dry sample weight} \times \left(1 - \frac{\text{WS (\%)}}{100}\right)}$$

○ 통계분석

· 본 연구에서 얻은 결과들은 평균±표준편차로 나타내었으며, 처리군들 사이의 유의성은 일원분산분석을 수행한 후 Duncan's multiple range test로 검증함($p < 0.05$). 각 군주에 의해 생성된 아미노산의 차이를 시각화하기 위해 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA)을 진행함. 모든 통계분석은 SPSS software package (version 22.0; SPSS, IBM, USA)을 사용함.

<3차년도> 분지아미노산 고함유 단백질 제품화 및 고령친화식품 적용

○ 분지아미노산 고함유 단백질의 생산공정 오염 저감화 기술 개발

가. Bacillus 균주 배양 및 실험재료

· 선행연구에서 메주 및 장류로부터 분리하여 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 통해 *Bacillus* 속으로 동정된 균주를 사용하였고, 볶음 및 팽화 처리 시료에 적용한 균주는 16S rRNA와 *gmk* 유전자 염기서열분석을 통해 *B. subtilis*로 동정된 균주 중 증자대두 발효에서 유리필수아미노산 생성 증가를 나타낸 KGU006 균주를 사용함. 균주는 Difco tryptic soy broth (TSB; BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)와 Difco tryptic soy agar (BD Diagnostic Systems)를 사용하여 37°C에서 12시간 배양하였다.

나. 균주 재동정

· *B. subtilis* 균주의 동정 확인에는 guanylate kinase 유전자 (*gmk*) 염기서열 분석을 적용함. *gmk* 유전자 증폭을 위한 PCR primer (F: 5'-GAG GGT TAT TAA TCG TTC TCT C-3', R: 5'-CCT CCA GCA TTT TCT TAT ATC-3')를 사용하였음. PCR 반응은 T3000 Thermocycler (Biometra, Gottingen, Germany)를 사용하였고, 50 µL PCR 반응계에는 template DNA 또는 미량의 colony, 10 mM dNTP, 1 U Taq polymerase (Inclone, Korea), 10 pmol의 primer를 첨가하였음. PCR 반응은 95°C에서 5분간 예비 가열 후, 95°C에서 30초간 변성, 55°C에서 1분 annealing, 72°C에서 1분 중합 반응의 과정을 30회 반복하였고, 마지막에 72°C에서 5분간 처리한 후 반응을 중단시켰음. 증폭된 PCR 산물은 Gel & PCR Purification Kit (Inclone)을 사용하여 정제한 후, 수탁업체(Bionics, Korea)에 의뢰하여 염기서열을 결정하였음. 결정된 염기서열은 National Center for Biotechnology Information database (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)의 BLAST program을 이용하여 GenBank에 등록된 염기서열정보를 대상으로 상동성 분석을 수행하였음.

다. 소금 내성과 단백질 분해 활성 평가

· 고염 발효에서의 적용성을 고려하여 *Bacillus subtilis*로 동정된 균주들의 소금 내성 및 protease 활성을 평가하였음. 내염성 평가를 위해, 균주들을 NaCl의 최종 농도가 11%, 12%, 13% (w/v)가 되도록 준비된 TSA에 접종하고, 37°C에서 4일간 배양하면서 생장을 관찰하였음. 단백질 분해 활성은

2% (w/v) 탈지분유가 첨가된 TSA에서 평가하였으며, NaCl의 동일 농도를 첨가하여 소금이 단백질 분해 활성에 미치는 영향을 함께 검토하였음. 균주의 활성은 1 μ l 접종 후, 37°C에서 4일 배양하고 4°C에서 24시간 동안 보관하여 형성된 투명한 환의 유무로 평가하였음.

라. γ -PGA 생성능 평가

· γ -PGA (Poly- γ -glutamic acid) 생성능의 스크리닝은 Chettri 등(2016)이 기술한 방법에 따라 수행하였음. Sodium glutamate 2.0%, glucose 2.0%, $(NH_4)_2SO_4$ 0.1%, Na_2HPO_4 0.1%, KH_2PO_4 0.1%, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.05%, $Mn(Cl_2)_4 \cdot H_2O$ 0.002%, $FeCl_3 \cdot 7H_2O$ 0.005% 조성의 배지를 사용하였음. *Bacillus subtilis* 균주는 10 mL의 액체 배지에 균주를 37°C, 200 rpm의 조건으로 24시간 배양하였음. 배양 후, 상등액을 3,000 rpm에서 15분 동안 원심 분리하여 분리한 다음, 상등액 5 mL를 20 mL의 에탄올과 혼합하였음. 이 혼합물은 4°C에서 15시간 동안 보관한 후, 3,000 rpm에서 10분 동안 원심 분리하였음. 분리된 원액은 105°C에서 건조한 후, 2% (w/v) NaOH와 CTAB (Cetyltrimethyl ammonium bromide)를 혼합하여 용해시켰음. 최종적으로, 분광광도(Varioskan flash multimode reader, Thermo fisher scientific, USA)를 사용하여 400 nm에서 단백질의 흡광도를 측정함으로써 γ -PGA의 생성량을 평가하였음.

마. 병원성 *Bacillus*의 억제능 평가

· 발효과정 중에 안전성 향상을 위해, *Bacillus cereus* 및 *Bacillus thuringiensis* 균주 3종씩을 대상으로 성장 억제능을 분석하였음. 각 병원성 *Bacillus* 균주는 0.8% (w/v) NaCl 용액으로 10배 희석한 후, TSA에 100 μ l를 분주하고, glass beads를 이용해 균일하게 배양하였음. 이후, 선발된 *Bacillus subtilis* 균주를 5 μ l씩 분주하여 37°C에서 24시간 동안 배양하였고, 생성된 투명한 환을 통해 억제능을 평가하였음.

바. 두류 시료의 볶음 및 팽화 처리

· 시료의 볶음 처리는 가정용 커피콩 볶음 기계 Gene café roaster CBR-101 (Plymouth, MA, USA)로 3차원 회전 뒤틀림 방식으로 교반하며, 간접 열풍으로 120°C, 150°C, 180°C 온도 조건에서 각각 10분, 20분, 30분으로 볶는 조건으로 진행하였음. 팽화 처리는 회전식 팽창기 (PPsori Co., Namyangju, Korea)에 넣고 압력계 압력이 300, 588, 784 kPa에 도달할 때까지 가열한 후, 팽창기를 개방하여 시료를 팽창시켰음.

사. 발효물 제조

· 각 시료에 무게 대비 5배 증류수를 첨가하여 실온에서 18시간 침지한 다음, 외피를 제거하였음. 외피를 제거한 수침 시료 50 g을 250 mL 시약병에 넣어 121°C에서 20분 동안 autoclave를 이용하여 증자 및 멸균했음. 시료의 발효를 위한 *B. subtilis* KGU006 균주는 TSB에서 대수기까지 배양한 다음, 멸균 시료에 5×10^5 CFU/g이 되도록 접종하여 37°C에서 5일 배양하였음. 배양액을 접종하지 않은 시료를 대조군으로 사용하였음. 발효를 마친 시료는 -70°C에서 24시간 동결 후, 동결건조기 (Ilshinbiobase, Dongducheon, Korea)를 이용해 72시간 동결건조 시킨 다음, 막자사발로 분쇄하여 보관하였음.

아. 수분 정량

· 시료의 수분 함량은 시료 무게 대비 항량이 된 건조시료 무게로 계산하였음. 시료는 표면 물기를 제거 후, 105°C dry oven에서 15시간 이상 건조하고, desiccator에서 30분 방치한 다음, 무게를 측정하였음. 수분 정량은 3 반복 진행하였음.

자. 구성아미노산 정량분석

· 구성아미노산 정량분석은 서울대학교 농생명과학공동기기원(NICEM; <https://nicem.snu.ac.kr>)에 의뢰하여 진행하였음. 시료 10 mg에 0.05% (w/v) 2-mercaptoethanol 함유 6 N HCl 30 mL를 첨가하여, 155°C에서 24시간 가수분해하였음. 반응 종료 후, 감압 농축기를 이용하여 40°C에서 농축 건조하여 염산을 제거하고, 염산이 제거된 시료를 0.02 N HCl 용액에 녹여 분석하였음. 분석용액은 0.45 µm 수용성 membrane filter로 여과하여 HPLC를 수행하였음. 시료는 Ultimate 3000 HPLC system (Thermo dionex, USA)을 이용하여 자동으로 유도체화 시켜 분석하였고, Borate buffer (PN 5061-3339, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA), OPA reagent (PN 5061-3335, Agilent Technologies) 및 FMOC solution (PN 5061-3337, Agilent Technologies) 등을 유도체화에 사용하였음. 형광 검출기를 사용하여 OPA 유도체화 아미노산은 340 nm 여기파장(Excitation)과 450 nm 방출파장(Emission)으로 분석하고, FMOC 유도체화 아미노산은 266 nm 여기파장 및 305 nm 방출파장으로 측정하였음. 고정상은 Inno C18 column (4.6 × 150 mm, 5 µm; Young Jin Biochrom, Korea)을 사용하였음. 이동상은 40 mM Sodium phosphate buffer (pH 7, A)와 Deionized water/Acetonitrile/Methanol (10/45/45 v/v%, B)를 사용하여, 유속 1 mL/min, 40°C 조건에서 분석하였음. 이동상 A 100% 초기 조건에서 3분까지 A 95%, B 5% 조건으로 변경하였음. 24분까지의 구배는 A 45%, B 55%로 변경하였고, 31분까지 A 20%, B 80%로 변경하여 35분까지 이동상 A 95%, 이동상 B 5%로 변화시켰음. 각 시료의 분석 시간은 총 35분이며, 컬럼은 다음 시료 주입 전 10분 동안 100% 이동상 A에서 평형상태를 유지하도록 하였음. 데이터 분석은 Chromeleon 6.8 software를 이용하여 수행하였음. 아미노산 표준물질 Agilent 5061-3330, Agilent 5062-2478 (Agilent Technologies)은 0.1 N HCl로 1nmol/µL 농도로 조제하고, -70°C에서 보관하였음. 각 아미노산의 정량은 10-1000 pmol/µL 범위에 해당하는 4 단계 농도의 표준물질 피크 면적을 기준으로 비교하여 결정하였음. 모든 곡선의 상관 계수는 0.99 이상이었음.

차. 통계분석

· 모든 통계 분석은 SPSS software package (version 22.0; SPSS, IBM, Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였음. 각 실험군의 평균치간 차이의 유의성은 일원배치 분산분석 (One-way analysis of variance)을 실시한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였음.

○ 분지아미노산 고함유 단백질의 대량생산 및 제품화

· 고함유 분지아미노산 단백질의 시제품 생산을 위해 (주)에이치엔아이에 노하우 기술이전(전용실시권, '식물성 발효단백소재 제조 기술')을 하였으며, (주)에이치엔아이를 통해 분지아미노산 고함유 단백질(제품명: 발효잠두단백)을 생산함.

○ 분지아미노산 고함유 단백질의 연하식 적용 및 평가

가. 재료

· 농축잠두단백과 병아리콩가루는 (주)에이치엔아이(Seongnam, Korea)에서 구매하였음. 농축잠두단백은 기류분급법(air classification)을 이용하여 잠두분말로부터 단백질이 풍부한 분획을 회수하여 제조한 것이었음. 쌀가루는 충청 품종의 멥쌀을 파주시농협쌀조합공동사업법인(Paju, Korea)에서 구매하여 Kim et al. (2019)의 습식 제분법에 따라 제조하였음. 분지아미노산을 포함하는 필수아미노산을 종 평균보다 높은 수준으로 생성하는 고초균(*Bacillus subtilis* SRCM 100333) (Kim, 2022)을 (재)발효미생물산업진흥원(Sunchang, Jeollabuk, Korea)에서 공급받아 사용하였음. 발효식물단백 및 쌀가루-발효식물단백 혼합물의 물리화학적 특성 분석을 위해 사용한 용매와 시약은 최소 ACS 등급의 것을 사용하였음.

나. 고초균 배양액 제조

· 고초균은 Difco tryptic soy agar (TSA, BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)를 이용하여 37°C에서 18 h 이상 배양하고, 1 colony를 Difco tryptic soy broth (TSB, BD Diagnostic Systems, Sparks, MD, USA)에 접종하여 vortexing하고 37°C에서 12 h 이상 배양하였음. 계대배양을 위해 신선한 TSB에 배양액을 1% (v/v)가 되도록 가하고 37°C에서 O.D.가 0.7-0.8이 되도록 배양하여(6-8 h) 고초균 배양액을 제조하였음.

다. 발효식물단백 제조

· 고상 발효를 위한 용기는 열탕 소독 후 30°C에서 건조하였고, 식물단백(농축잠두단백과 병아리콩가루)는 진공포장하여 121°C에서 15분간 autoclave하고, 탈이온수는 끓인 후 밀봉하여 상온으로 식혀 사용하였음. 농축잠두단백(200 g), 고초균 배양액(40 mL)와 탈이온수(80 mL)를, 병아리콩가루(200 g), 고초균 배양액(40 mL)과 탈이온수(160 mL)를 각각 반죽 볼에 넣고 beater가 장착한 키친에이드 반죽기(5K5SS, KitchenAid Commercial, Seoul, Korea)를 이용하여 저속(setting 3)에서 농축잠두단백과 병아리콩가루가 쌀 낱알과 대두 낱알 사이의 크기로 응집될 때까지 반죽하였음. 형성된 응집물은 스테인리스강 용기에 넣고 밀봉하여 37°C에서 10일간 발효하였음. 발효 종료 후 80°C에서 6시간 동안 1차 건조한 다음, 50°C에서 48시간 건조하였고, 건조된 발효산물은 분쇄하여 60 mesh 표준체를 통과시켜 발효농축잠두단백(FMFP)과 발효병아리콩가루(FMCF)를 제조하였음. 대조군은 발효하지 않은 농축잠두단백(UTFP)과 병아리콩가루(UTCF)로 하였음. FMFP와 FMCF의 수율은 각각 발효 전후의 농축잠두단백과 병아리콩가루의 건조중량의 백분 비율로 하였음.

라. 쌀가루와 식물단백 혼합물 제조

· 쌀가루의 건조 중량 대비 10%와 20%의 식물단백을 각각 쌀가루에 첨가하여 60 mesh 표준체를 5회 반복하여 통과시켜 쌀가루-식물단백 혼합물을 제조하였음.

마. 화학적 조성

· 쌀가루, 식물단백 및 발효식물단백의 수분 함량은 105°C에서 상압가열건조법을, 조단백질 함량은 Kjeldahl 질소 정량법(%N×6.25)을, 조지방 함량은 Soxhlet법을, 조회분 함량은 건식회화법을 이용하여 분석하였고, 총 탄수화물 함량은 100에서 건물기준의 조단백질, 조지방과 조회분 함량의 총합(dry weight basis 또는 d.b)을 차감하여 계산하였음(AOAC, 2000). 총 전분 함량은 total starch assay kit (Megazyme Int., Wicklow, Ireland)를 이용하여 정량하였고(AACC, 2000), 비전분성 탄수화물고분자 함량은 총 탄수화물 함량에서 총 전분 함량을 차감하여 결정하였음. 환원당 함량은 dinitrosalicylic acid (DNS) 정량법을 이용하여 분석하였음. 또한 발효식물단백의 냉수가용성 단백질 함량을 위해 발효식물단백(1 g, d.b)을 탈이온수(40 mL)와 혼합하여 상온에서 30분간 교반하고 원심분리(2,500×g, 20 min)하여 상층액을 100 mL 정용플라스크로 옮기고 탈이온수를 가하여 100 mL로 정용하였음. 상층액 내 단백질 농도는 Bradford법을 이용하여 측정하였고, 다음의 계산식에 따라 냉수가용성 단백질 함량을 결정하였음.

$$\text{냉수가용성 단백질 (\%, d.b)} = \frac{\text{상층액 내 단백질 농도 (g/mL)} \times 100 \text{ mL}}{\text{발효식물단백의 초기 건조중량 (g, d.b)}} \times 100$$

바. 팽윤력과 용해도

· 쌀가루, 식물단백(무발효 및 발효) 및 쌀가루-식물단백 혼합물 각각을 0.5 g (d.b)씩 50 mL 원심분리관에 넣고 탈이온수 25 mL를 가하여 혼합하고 95°C의 항온수욕조에 30분간 가열하였음. 30분

가열하는 동안 최초 5분은 1분 간격으로, 이후에는 5분 간격으로 vortexing하였음. 가열을 종료한 후 상온에서 20분간 냉각하고 원심분리(2,500×g, 20 min)하여 상층액과 침전물로 분리하였음. 침전물은 무게를 측정하였고, 상층액은 100 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수를 가하여 정용하였음. 희석된 상층액을 교반하며 일정량(5 mL)를 취하여 105°C에서 건조하여 함량을 측정하고, 희석된 상층액의 가용성 고형물 농도를 결정하였음. 또한 희석된 상층액 내의 총 당은 sulfuric acid-phenol 법을 이용하여 정량하였음. 팽윤력과 용해도(가용성 고형물 기준)는 다음의 계산식에 따라 계산하였음.

$$\text{팽윤력}(g/g) = \frac{\text{침전물의 무게}(g, w.b)}{\text{시료의 초기 건조 중량}(g, d.b) \times \left(1 - \frac{\text{가용성 고형물 기준 용해도}(\%)}{100}\right)}$$

$$\text{용해도(가용성 고형물; \% , d.b.)} = \frac{\text{가용성 고형물의 농도}(g/mL) \times 20}{\text{시료의 초기 건조 중량}(g, d.b)} \times 100$$

사. 시차주사열량계(differential scanning calorimetry, DSC)

· 쌀가루, 식물단백(무발효 및 발효) 및 쌀가루-식물단백 혼합물의 호화특성은 DSC (DSC 4000, PerkinElmer Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 분석하였음. 쌀가루와 식물단백(무발효 및 발효) 각각을 1 g (d.b)씩 eppendorf 튜브(5 mL)에 넣고 탈이온수를 가하여 총 무게를 4 g으로 하였고, vortexing하여 혼합하고 상온에서 3시간 동안 방치하였음. 쌀가루-식물단백 혼합물을 위해, 쌀가루 1 g (d.b)을 eppendorf 튜브(5 mL)에 넣고, 식물단백을 각각 0.1 g (d.b, 쌀가루 건조 중량 대비 10%)과 0.2 g (d.b, 쌀가루 건조 중량 대비 20%)을 넣은 후 탈이온수를 가하여 총 무게 4 g으로 하고, vortexing 하여 상온에서 3시간 동안 방치하였음. 수화된 시료 20 mg을 스테인리스강 팬에 넣고 기계적으로 밀봉한 후 DSC를 이용하여 5°C/min의 가열속도로 25°C에서 100°C까지 가열하여 endothermic thermogram을 얻었음. 대조군은 빈 팬을 이용하였다. Endothermic thermogram으로부터 호화개시온도(T_o), 호화최고온도(T_p), 호화종결온도(T_e)와 호화엔탈피(ΔH)를 결정하였음.

아. 동적 점탄 특성

· 식물단백(무발효 및 발효)의 온도에 따른 유변학적 특성은 plate geometry (지름 20 mm)가 장착된 동적점탄성계(DHR1, TA Instruments, New Castle, DE, USA)를 이용하여 측정하였음. Peltier plate와 geometry 사이의 간격은 1 mm이었고, 분석 중 수분의 손실은 solvent trap module을 이용하여 제어하였음. 식물단백은 탈이온수와 혼합하여 총 고형분 함량 20%의 식물단백 현탁액을 제조하고 일정량을 Peltier plate에 올려 25°C에서 5분간 conditioning한 후 1 Hz와 1% strain (선형점탄성 영역 내에서 결정됨)에서 2°C/min의 가열속도로 25°C에서 95°C까지 온도를 상승하며 temperature sweep test하고, 95°C에서 5분간 time sweep test한 후 2°C/min의 냉각속도로 95°C에서 25°C까지 temperature sweep test를 하였음.

자. 신속점도분석기

· 쌀가루, 식물단백(무발효 및 발효) 및 쌀가루-식물단백 혼합물의 페이스팅 점도 특성은 신속점도분석기(RVA-3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였음. 쌀가루와 식물단백은 각각 2 g (d.b)을 알루미늄 시료 컵에 넣고 총 무게가 28 g이 되도록 탈이온수를 가하였음. 쌀가루-식물단백 혼합물은 알루미늄 시료 컵에 쌀가루 2 g (d.b)을 넣은 후 식물단백을 각각 0.2 g (d.b, 쌀가루 건조 중량 대비 10%)과 0.4 g (d.b, 쌀가루 건조 중량 대비 20%)을 넣고 총 무게가 28 g이 되도록 탈이온수를 가하였음. 제조된 혼합물은 spatula를 이용하여 혼합하고 플리스틱 회전축을 이용하여 30초간 분산시켜 신속점도분석기에 장착하여 미리 결정된 온도프로파일에 따라 분석하였음. 플라스틱 회전축은 측정하는 동안 160 rpm으로 일정하게 유지하였음. 온도프로파일은 50°C에서 2분간 유지하고 가열속도 12°C/min으로 95°C까지 가열한 후 95°C에서 2분 30초간 유지하고 냉각속도 12°C/min으로 50°C까지 냉각하여 50°C에서 2분간 유지하는 것이었음.

차. 통계처리

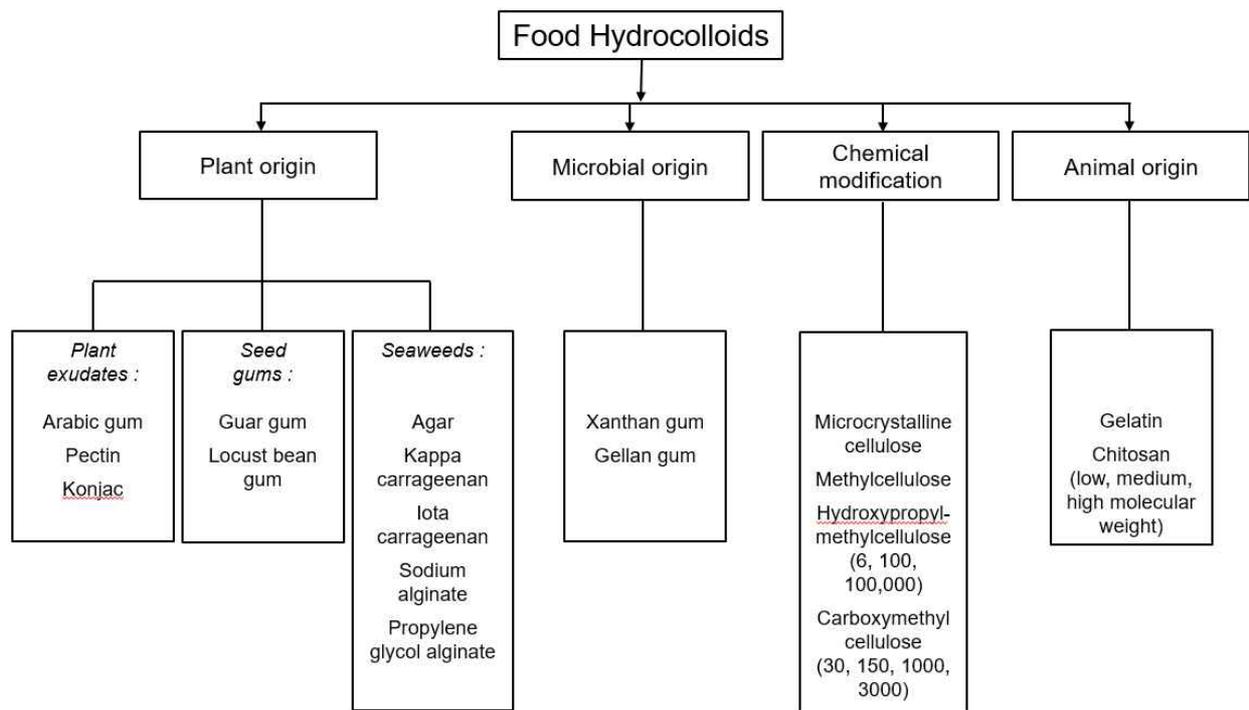
· 발효식물단백은 3회 반복하여 제조하였고, 이화학적 특성 분석은 처리군당 적어도 3회 반복하였음. 측정된 특성치는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 수행하여 평균±표준편차로 나타내었음. 처리군의 평균값 사이의 통계적 유의성은 Tukey's HSD multiple range test를 사용하여 95% 신뢰수준에서 검증하였음. 본 연구의 모든 통계적 계산과 분석은 Mintab 18 (Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 수행하였음.

[제 2 협동연구기관 : 세종대학교]

<1차년도> 다각적 측정을 통한 물성 제어 소재의 블렌딩 물성 분석

○ 물성 제어 소재의 블렌딩에 따른 다각적 유동 특성 분석

- 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 조합에 따른 정상 유동 특성 및 모델식 분석



<하이드로콜로이드 분류>

· 하이드로콜로이드는 식물유래(plant exudates, seed gums, seaweeds), 미생물 유래, 화학적 합성 및 동물유래 등 크게 4 가지로 분류할 수 있음. 따라서, 이러한 분류 형태를 토대로 하이드로콜로이드의 온도 변화에 따른 점도 특성 변화를 분석함.

· 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 물성 특성을 파악하기 위해 rheometer (Discovery HR-2 hybrid rheometer, TA instrument, New castle, DE, USA)의 starch pasting cell을 활용하여 온도별 물성 패턴 분석을 실시함. 하이드로콜로이드 분류 유형에 따른 시료들을 물에 분산시켜 0.6% 농도로 만든 후 상온에서 하루 동안 교반함. 분산액 28 g을 canister에 넣고, 30℃에서 1분 동안 유지하고, 5분 동안 90℃까지 증가시킨 다음 90℃에서 2분 30초간 유지시켰으며, 다시 5분 동안 30℃까지 온도를 내리고 30℃에서 2분간 유지시키면서 가열 및 냉각에 따른 하이드로콜로이드의 점도 변화 패턴을 분석함.

· 하이드로콜로이드의 가열 및 냉각에 따른 점도 변화 패턴 결과를 토대로, 하이드로콜로이드 분류 유형에서 각각 2개씩 선별하여 추후 단백질 식품에 적용하기 위한 실험으로, 농축대두단백(Soy Protein Concentrate, SPC)과의 상호작용을 분석함. 이를 위해, 선별된 gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC, pectin, konjac, kappa carrageenan, locust bean gum, guar gum, chitosan을 SPC와 블렌딩하여 정상 유동 특성을 분석함. 0.2% 하이드로콜로이드와 10% 농축대두단백을 블렌딩한 시료를 제조하였으며, 정상 유동 점도 특성은 rheometer의 shear-rate ramp test를 실시하여, 40 mm parallel plate를 사용하여 25°C에서 1 - 1000 /s shear rate 범위로 측정함.

· 물성 제어 소재별 조합에 따른 정상 유동 특성 분석 후 얻어진 shear rate에 따른 점도 변화 곡선을 power law 모델에 적용하여 블렌딩 소재의 물성을 분석함. 특히, 열처리 시 SPC와 시너지 효과를 보이는 하이드로콜로이드(6종, gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC)을 50:50비율로 블렌딩하여 shear rate에 따른 점도 분석 후 power law 변수 분석을 진행함.

- 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 조합에 따른 동적 점탄성 측정

· 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 조합에 따른 동적 점탄성(G' , G'')을 분석하기 위해 rheometer를 사용하여 frequency-sweep test를 실시함. 가열 및 냉각에 따른 점도 변화 패턴 결과를 토대로 하이드로콜로이드 분류 유형에서 각각 2개씩 선별된 하이드로콜로이드와 추후 단백질 식품에 적용하기 위한 실험으로, 농축대두단백(Soy Protein Concentrate, SPC)과의 상호작용을 동적 점탄성으로 분석함. 0.2% 하이드로콜로이드와 10% SPC를 블렌딩 하여 시료를 준비하였고, 40 mm parallel plate가 사용하여, frequency는 0.1에서 10 Hz, strain은 0.1%, 그리고 온도는 25°C를 유지함.

- 개별 소재 및 블렌딩에 따른 water dynamics 분석

· 물성 측정 결과를 토대로 xanthan gum과 methylcellulose를 선정하여 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100의 비율로 블렌딩하였고 이들 블렌딩 소재의 water dynamics를 분석함. 이를 위해 Time-Domain Nuclear magnetic resonance (TD-NMR) (MQC+, Oxford, Oxon, UK)을 이용하여 T2 relaxation time을 분석함. 18 mm-diameter glass tube 에 시료(7 g)를 넣은 후 40°C에서 Carr-Purcell-Meiboom-Gill (CPMG) sequence를 적용함. Number of echoes (NECH)는 8,192, Number of scans (NS)는 8, tau는 1193 μ s로 설정함.

○ 가공 처리 조건에 따른 블렌딩 소재의 물성학적 가공 적성 평가

- 열처리에 따른 블렌딩 소재의 물성학적 특성 평가

· 하이드로콜로이드의 가열 및 냉각에 따른 점도 변화 패턴 결과를 토대로, 하이드로콜로이드 분류 유형에서 각각 2개씩 선별하여 추후 단백질 식품에 적용하기 위한 실험으로, 농축대두단백(Soy Protein Concentrate, SPC)과의 상호작용을 분석함. 이를 위해, 선별된 gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC, pectin, konjac, carrageenan, locust bean gum, guar gum, chitosan을 SPC와 블렌딩하여 열처리에 따른 물성 특성을 분석함. 이를 위해, 0.2% 하이드로콜로이드와 10% SPC를 블렌딩 하여 시료를 준비하였고, 열처리에 따른 물성 변화를 분석하기 위해 rheometer를 사용하여 temperature-sweep test를 실시함. 40 mm parallel plate가 사용되었으며, shear rate는 10/s로 25°C에서 80°C까지 3°C/min으로 가열함.

- Arrhenius 모델을 활용한 블렌딩 소재의 열물성 평가

· 열처리에 따른 물성학적 특성 평가 결과를 토대로, 얻어진 온도에 따른 점도 변화 곡선을 Arrhenius 모델에 적용하여 블렌딩 소재의 열물성 특성을 분석함. 특히, 열처리 시 SPC와 시너지 효과를 보이는 하이드로콜로이드(6종, gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC)를 50:50비율로 블렌딩하여 온도에 따른 점도 패턴을 구하고 이를 Arrhenius 식에 적용하여 Arrhenius 변수를 분석함.

- 냉해동에 따른 물성학적 안정성 평가

· 원심분리기를 이용해 물성측정방법을 통해 선정된 xanthan gum과 MC의 블렌딩에 따른 냉해동 안정성을 분석함. 0.6% 농도의 xanthan 및 methylcellulose 블렌딩 소재를 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100의 비율로 상온에서 800 rpm으로 10분간 블렌딩 하고, 14% SPC를 첨가한 뒤 1000 rpm으로 20분간 교반한 후 12분간 90℃에서 가열함. 1시간 동안 식힌 뒤 50 ml centrifuge tube에 10g의 시료를 넣고 24시간 냉각, 5시간 방냉 후 5℃에서 14,000 rcf로 20분간 원심분리를 진행함. 원심분리 후, 분리된 수분의 양을 시료 무게로 나누어 얻은 syneresis 값을 통하여 냉해동에 따른 물성학적 안정성을 분석함.

<2 차년도> 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 저작 물성 평가

○ 블렌딩 물성 소재 제조 및 특성 분석

- 물성 소재 원료

· 하이드로콜로이드 11종(Pectin, Konjac, Guar gum, Gelatin, Sodium Alginate, Methylcellulose, Hydroxypropyl-Methylcellulose, Xanthan gum, Gellan gum, Locust bean gum)을 개별 및 조합하여 블렌딩 물성 소재를 제조하였고, 주관기관인 신세계푸드에서 시판 중인 고단백 연하 무스식에 사용되는 젤화제(Softia G, NUTRI Co., Ltd, Mie, Japan)를 대조구로 사용함.

- 고단백 연하 무스식 제조

· 고령자용 고단백 연하 무스식 배합은 주관기관인 신세계푸드로부터 제공받아 사용함. 고단백 연하 무스식 배합은 고단백 무스 88.2%, 증류수 10.0%, 젤화제 1.8%로 구성되며, 고단백 무스의 경우 가자미 60%, 채소 20%, 증류수 20%를 혼합 분쇄하여 사용함. 고령자용 고단백 연하 무스식 제조는 고단백 무스와 젤화제를 섞은 후 믹서기(Kitchen Aid Inc., St. Joseph, MI, USA)로 혼합하여 페이스트 형태로 만든 후, 10분 동안 끓는 물에서 중탕함. 그 후 포장 용기에 충전, 밀봉하고 끓는 물에서 살균 처리한 후 흐르는 물에 냉각함. 완성된 시료는 냉동 저장(-18℃)하였고, 측정 하루 전 상온에서 해동하여 사용함.

- 고단백 연하 무스식의 텍스처 분석

· 제조된 고령자용 고단백 연하 무스식의 텍스처 특성은 texture analyzer (TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 Universal Design Food (UDF) 방법을 토대로 측정함. 해동된 무스식을 20℃에서 안정화한 후, Cylinder 타입(직경 20 mm)의 프로브를 사용하여 600 mm/min의 속도로 2번 압축하여 얻어진 그래프를 분석하여 무스식의 경도1(Peak Force 1(N)), 경도2(Peak Force 2(N)), 부착성(Adhesiveness, N·mm), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 및 씹힘성(Chewiness, N·mm)을 측정함.

- 고단백 연하 무스식의 냉해동 안정성 평가

· 고단백 연하 무스식의 냉해동 안정성 평가를 위해 냉해동 후 Syneresis(%)를 측정함. 냉동 후 해동된 시료(20 ± 0.03 g)를 20℃에서 3,200 rcf 속도로 20분간 원심분리(Centrifuge 5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)한 뒤 분리된 액체를 제거하고 남아있는 고체의 무게와 처음 시료의 무게의 비율을 측정함.

○ 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 복합 물성 분석

- 블렌딩 물성 소재 적용에 따른 분지아미노산 고단백 소재의 젤형성능 평가

· 분지아미노산 고단백 소재로서 fava bean protein concentrate (FBPC)를 제1협동연구기관인 경기대학교로부터 제공받아 고령자용 고단백 연하무스식을 제조함. 고단백 무스, FBPC, 증류수, 및 물성 소재를 넣어 믹서기 (Kitchen Aid Inc., St. Joseph, MI, USA)에서 혼합한 뒤, 위에 언급된 동일한 절차에 따라 제조함. FBPC 시료의 경우 고단백 무스를 FBPC로 5, 10, 15%(w/w) 대체하였는데 대체 비율에 따라 고단백 무스와 FBPC의 수분 함량을 고려하여 제조함.

· 젤형성을 평가하기 위해 제조된 FBPC 젤 시료의 텍스처를 측정함. FBPC가 첨가된 고령자용 고단백 연하 무스식의 텍스처 특성은 Texture analyzer (TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 위에서 언급된 동일한 방법으로 측정함.

- 가열-냉각 사이클을 통한 블렌딩-분지아미노산 소재의 물성 안정성 평가

· Controlled-stress rheometer를 활용하여 블렌딩 물성 소재 적용에 따른 분지아미노산 고단백 소재의 물성 안정성을 평가함. 이를 위해 FBPC 가 혼합된 연하 무스식 페이스트 시료를 rheometer에 넣은 후 temperature ramp test를 통해 온도에 따른 점탄성을 분석하여 젤 형성능을 평가함. 40 mm parallel plate를 사용하여 1 HZ 진동수와 0.1%의 변형률로 가열-냉각 과정에서의 점탄성을 측정함. 측정 시작 온도를 25℃로 설정한 뒤, 1분당 5℃ 속도로 90℃까지 가열한 후, 다시 1분당 5℃ 속도로 25℃로 냉각함. 이 과정에서 G'(저장 계수), G''(손실 계수), 및 Tan (delta) 값을 측정함.

· FBPC 젤 시료의 물성 안정성 평가를 위해 냉동 후 해동된 시료(20 ± 0.03 g)를 20℃에서 3,200 rcf 속도로 20분간 원심분리(Centrifuge 5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)한 뒤 분리된 액체를 제거하고 남아있는 고체의 무게와 처음 시료의 무게의 비율을 측정함. 이를 통해 Syneresis(%)를 구하여 FBPC를 첨가한 고단백 연하 무스식의 가열-냉각 사이클에 따른 물성 안정성을 평가함.

○ 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 저작 물성 분석

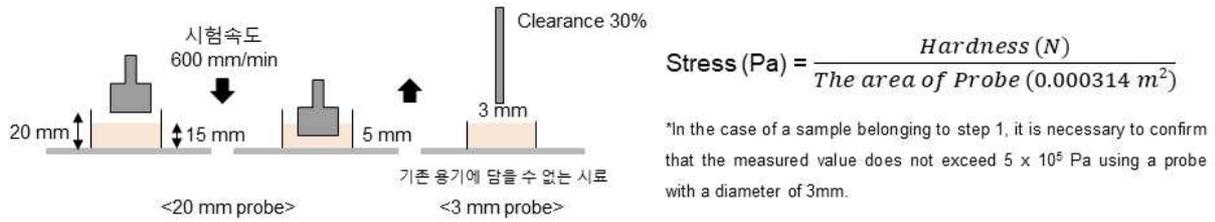
- 온도 및 저장에 따른 저작 물성 분석

· 블렌딩 소재가 적용된 FBPC 함유 고단백 연하 무스식의 온도 및 저장에 따른 저작 물성을 texture analyzer를 사용하여 측정함. 이를 위해 FBPC를 첨가하지 않은 대조군과 FBPC를 10% 첨가한 고단백 무스식을 제조하여 1일 및 14일 냉동 저장하였고, 20, 40, 60℃ 온도 조건에서 Texture Profile Analysis(TPA)를 실시함. 얻어진 TPA 그래프를 분석하여 경도1(Peak Force 1(N)), 경도2(Peak Force 2(N)) 부착성(Adhesiveness, N·mm), 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 및 씹힘성(Chewiness, N)을 비교 분석함.

- 공인 방법(Universal Design Food, 식품공전 등)에 의한 저작 물성 단계 분석

· 블렌딩 소재가 적용된 FBPC 함유 고단백 연하 무스식 시료를 Universal Design Food (UDF) 및 식품공전 방법에 적용하여 고령친화식품으로서 저작 물성 단계를 분석함. 이를 위해 제조된 FBPC가

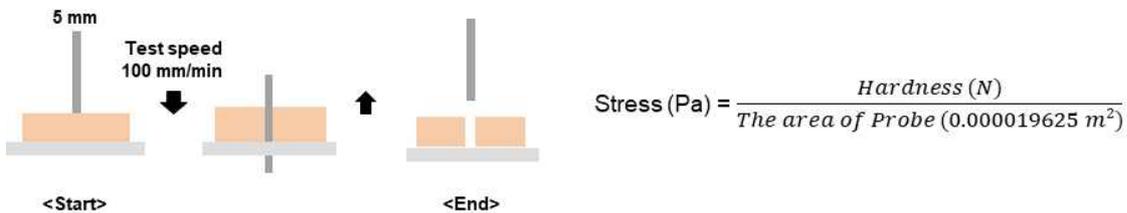
함유된 고단백 연하 무스식을 해동 후 20°C에서 안정화한 후 UDF 및 식품공전 방법을 실시함.



<UDF 저작 물성 분석 방법>

· UDF 방법의 경우 지름 40 mm의 용기에 15 mm 높이가 되도록 시료를 담고, 20 mm 지름의 프로브를 600 mm/min 속도로 바닥면 5 mm 지점까지 내렸다가 올리면서 힘 값(N)을 측정함. 얻어진 시간-힘 곡선으로부터 가장 높은 힘 값을 경도로 선택함. 다만, 측정 용기에 넣을 수 없거나 일정한 형태가 아닌 시료의 경우 두께의 70%(clearance 30%)를 압축함. 또한, UDF 1단계에 속하는 시료의 경우 지름 3 mm의 프로브를 사용하여 600 mm/min 속도로 시료 두께의 70%를 눌러 측정값이 500,000 Pa을 넘지 않는 것을 확인함.

· 측정된 경도 값을 프로브의 밀면적 값으로 나누어 얻어진 stress 값을 토대로 해당하는 UDF 단계를 결정함.



<식품공전 저작 물성 분석 방법>

· 식품공전 방법의 경우 식품공전 상 1.5.2 고령천화식품 물성시험법을 실시함. 이를 위해 Texture analyzer (TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 Puncture test로 실시하였는데, Cylinder 타입(직경 5 mm)의 프로브를 사용하여 100 mm/min의 속도로 시료를 완전히 관통시킴. 이 때 얻어진 그래프를 분석하여 가장 높은 힘 값을 경도로 선택하였고, 프로브의 밀면적 값으로 나누어 얻어진 stress 값을 토대로 고령천화식품 유무를 판단함.

<3차년도> 블렌딩 기술을 토대로 한 고령천화식품의 소화 물성 평가

○ 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 소화 물성 분석

- 소화 모방 시스템 구축

· 고령천화식품의 소화 물성 평가를 위해, 제조된 고단백 무스식을 대상으로 입, 위, 소장 순서로 소화 모방 시험을 진행한 후 소화 물성을 분석함. 우선, 고단백 무스식(1, 2 g)과 α-amylase (Sigma-Aldrich, st.Louis, USA) 용액 1 mL를 혼합한 후 37°C에서 10분간 반응을 진행시킴. 이후, Pepsin (Sigma-Aldrich, st.Louis, USA) 용액 10 mL를 넣고 동일 온도에서 30분간 반응을 진행시켜 위에서의 소화과정을 모방함. 0.5 M Sodium acetate 5 mL를 첨가 후 10분간 반응시켜 Pepsin 효소를 불활성화시킴. 소장에서의 소화과정을 모방하기 위해 Enzyme mixture(Pancreatin (Sigma-Aldrich, st.Louis, USA), α-glucosidase (Sigma-Aldrich, St.Louis, USA)) 5 mL를 넣고 2 시간 반응시킨 후, 100°C에서 10분간 가열처리함으로써 모든 효소를 불활성화시킴.

- 소화 모방 시스템을 활용한 블렌딩 물성 소재-분지아미노산 고단백 소재의 유동 특성 분석

- 2차년도에 개발된 블렌딩 소재(High acyl gellan gum, Xanthan gum, Locust bean gum)를 사용하여 고단백 연화 무스식을 제조하였고, 주관기관인 신세계푸드에서 제품용으로 사용하고 있는 젤화제(Softia G, Nutri Co., Ltd, Mie, Japan)로 만들어진 고단백 연화 무스식을 대조구로 사용함.
- 소화 모방 후 유동 특성을 측정하기 전, 제조된 고단백 연화 무스식의 텍스처 특성을 texture analyzer (TA-XT plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 TPA test로 측정함. 측정조건은 20 mm cylinder probe를 사용하여, test speed 600 mm/min, strain 66.7%로 설정함.
- 소화 물성의 경우, 블렌딩 물성 소재를 사용하여 제조된 고단백 무스식을 대상으로 소화 모방 실험을 진행한 후 controlled-stress rheometer (Discovery HR 2 hybrid rheometer TA instrument, New castle, USA)를 활용하여 유동특성을 측정함. 유동특성의 경우 shear rate 변화에 따른 steady shear viscosity를 측정함. 측정조건은 40 mm parallel plate를 사용하였고, shear rate는 0.1~1000(1/s) 범위로 설정하여 25°C에서 측정함.
- 아울러, 점탄성의 경우 frequency변화에 따른 viscoelasticity를 측정함. 측정조건은 40 mm parallel plate를 사용하였고, strain 0.1%, frequency 1 - 10 Hz, 25°C에서 측정함.

- 블렌딩 물성 소재-분지아미노산 고단백 소재의 소화 유동 특성 모델식 확립

- 소화 모방 실험을 통해 얻어진 고단백 무스의 유동특성을 분석한 후, 유동 특성을 예측하기 위한 모델식을 구축함. 이를 위해, 얻어진 유동 특성 결과를 Power-law 모델과 Herschel-bulkley 모델에 적용하여 해당 모델 변수를 계산함.

<Power law, Herschel-bulkley 모델 식>

| | Power law | Hershel-bulkley |
|------------------|---|--|
| Model equations | $\sigma = K(\dot{\gamma})^n$ | $\sigma = K(\dot{\gamma})^n + \sigma_0$ |
| Model parameters | <ul style="list-style-type: none"> • σ(Pa): Shear stress • K(Pa·sⁿ): Consistency index • $\dot{\gamma}$(1/s): Shear rate • n: Flow behavior index | <ul style="list-style-type: none"> • σ(Pa): Shear stress • K(Pa·sⁿ): • $\dot{\gamma}$(1/s): Shear rate • n: Flow behavior index • σ_0(Pa): Yield stress |

○ 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 물성 분석

- 소화 모방 시스템을 통한 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 단계별 유동 특성 분석

- 분지아미노산 고단백 소재로서 fava bean protein concentrate (FBPC)를 제1협동연구기관인 경기대학교로부터 제공받아 고단백의 영양밀도 개선 연화무스식을 제조함. 고단백 무스, FBPC, 증류수, 및 물성 소재를 넣어 믹서기(Kitchen Aid Inc., St. Joseph, MI, USA)에서 혼합한 뒤, 위에 언급된 동일한 절차에 따라 제조함. FBPC 시료의 경우 고단백 무스를 FBPC로 5, 10, 15% (w/w) 대체함.
- 또한, 간장찜닭 무스, 된장맥적구이 무스, 간장생선조림 무스, 관자새우크림 무스, 짜장무스 등 총 5종의 시판용 영양밀도 개선 연화무스식을 주관기관으로부터 제공받아 소화 물성을 분석함.
- 블렌딩 물성 소재 및 fava bean protein concentrate (FBPC)을 사용하여 제조된 영양밀도 개선 고단백 무스식으로 소화 모방 실험을 진행한 후 controlled-stress rheometer (Discovery HR 2 hybrid rheometer TA instrument, New castle, USA)를 사용하여 점도와 점탄성을 측정함. 점도의

경우 shear rate sweep test를 통해 측정함. 측정 조건은 probe의 경우 40 mm parallel plate를 사용하였으며, shear rate는 0.1~1000(1/s) 범위로 설정하여 25°C에서 측정함. 아울러, 점탄성의 경우 frequency변화에 따른 viscoelasticity를 측정함. 측정조건은 40 mm parallel plate를 사용하였고, strain 0.1%, frequency 1 - 10 Hz, 25°C에서 측정함.

- 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 유동 특성 모델식 확립

· Controlled-stress rheometer (Discovery HR 2 hybrid rheometer TA instrument, New castle, USA)를 활용하여 블렌딩 물성 소재 및 FBPC 적용에 따른 영양밀도 개선 고단백 식품의 소화 유동 특성 모델식을 확립함. Shear rate sweep test를 통해 얻어진 shear rate에 따른 steady shear viscosity 곡선을 유동 특성 모델식에 적용함. 특히, Power law, Herschel-bulkley모델에 각각 적용하여 해당 모델 변수를 계산함.

[제3협동연구기관 : 한양대학교]

<1차년도> 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화식품 연하 특성과의 연관성 분석

○ IRB 작성 및 승인

- 선행연구(박지수, 유수전, & 정철훈. (2013). 성별, 연령에 따른 구강안면근력의 변화: 국내 건강한 성인을 대상으로. 대한작업치료학회지, 21(2), 103-116)에서 표4. 우측 볼근 압력의 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 34명을 산출함. 질환의 특수성으로 탈락률이 낮을 것으로 예측되며, 5%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 36명으로 예상하였음. 또한 위와 같은 산출 근거는 2021.09.30.14:00 통계지원실의 자문을 통해 확인받았음. (승인번호 HYUIRB-202112-009).

○ 기존 고령친화식품(IDDSI 3-5단계) 근전도(EMG) 평가결과와 연하특성과의 상관성 분석

- 근전도(EMG) 신호 분석 및 설압측정(IOPI)등을 이용한 오랄프로세싱 특성을 분석 수행
근전도(EMG: chewing time, number of chews, muscle activity) 기반 저작 특성 평가를 통한 연하 특성과의 상관성을 분석함. IOPI를 이용하여 대상자의 평균, 최대 혀압력 평가를 3반복 실시하여 혀압력과 치아상태, 연하력 특성과의 상관성을 분석함.

○ 연하력이 저하된 고령자 패널(65-80)의 기존 고령친화식품 오럴프로세싱 특성에 따른 DB구축과 고령자 세분화(segmentation)

- 패널 분류를 위하여 치아상태, 구강건조상태, 수분섭취량 등 기초조사를 개발한 설문지를 통하여 대상자의 연하능력을 구분하였고, 그에 따른 저작능력과 혀와 입술의 근력을 비교하여 고령자의 오럴 프로세싱 특성을 분석함. 이러한 분석을 통하여 연하능력이 저하된 고령자 패널의 DB를 구축하고 고령자를 세분화함.

○ 기존 고령친화식품을 이용하여 IDDSI 3-5단계의 연하력 평가

- 고령자가 쉽게 씹고 삼킬 수 있으면서 친숙하고 맛있는 음식을 개발하기 위해서는 고령자의 구강 건강 수준별로 저작 기능을 파악하는 것이 선행되어야 함. 따라서 경도가 다른 3가지 종류(가자미무스(혀로 섭취단계), 가자미(잇몸 섭취단계) 너비아니(치아 섭취단계))의 식품 섭취 시 근전도(EMG)를 측정하여 연하 특성과의 상관성 분석을 분석함.

<2차년도> 영양밀도개선 연하식의 식단구성, 화학적 & 물리적 특성 평가

○ 화학적 · 물리적 특성 평가

- IRB 작성

· 선행연구(Zargaraan외 9인, 2015) Effect of rheological properties on sensory acceptance of two-model dysphagia-oriented food products. Journal of Texture Studies, 46(3), 219-226의 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 연구대상자 16명을 산출함. 10%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 18명으로 예상하였음. 또한 위와 같은 산출 근거는 2022.07.04.14:00 한양대학교 의학통계지원실의 자문을 통해 확인받았음.

- (주)신세계푸드 개발 영양밀도개선 연하식의 이화학적 특성 평가

· 분지아미노산 고함유 소재를 첨가한 영양밀도개선 연하식 5종 (간장찜닭, 간장생선, 관자새우크림, 된장맥적구이, 짜장무스)의 특성을 분석하기 위해 색도(color), 이장현상(syneresis), 물성(texture), 산도(pH)이화학적 특성 평가를 평가함.

- 분지아미노산을 강화한 레토르트 치킨카레무스 개발 및 이화학적, 관능적특성 평가

· 기존의 (주)신세계푸드에서 제공받은 연하무스식의 실험 후 저장안정성을 보완하고자 분지아미노산을 강화한 치킨카레무스를 개발하여 레토르트 처리하여 레토르트 처리 전과 후의 이화학적 특성을 평가하기 위해서 색도(color), 이장현상(syneresis), 물성(texture), 산도(pH), 아미노산분석(amino acids analysis) 평가함. 또한 서울시립용산 노인종합복지관의 고령자를 대상으로 개발한 치킨카레무스의 레토르트 처리 전과 후의 관능적 특성을 평가함.

○ 연하평가

- IRB 작성

· 선행연구(Choi외 4인, 2021) Designed Meal Development and Sensory Evaluation for Dysphagia Patients. J Korean Dysphagia Soc, 2021;11(1): 15-24.에서 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 16명을 산출함. 질환의 특수성으로 20%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 20명으로 예상하였음. 또한 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였음(HYUIRB-202207-012).

- 영양밀도를 높인 연하개시식의 개발

· 현재 연하장애 환자들이 경구 식사 시작 시 사용하는 플레인 요거트에서 영양밀도를 높이고, 기호도가 높은 맛으로 제공하고자 영양밀도를 높인 연하개시식을 개발함.

- 영양밀도를 높인 연하개시식의 관능적특성 평가

· 경기도 용인시 소재 린병원 원내 공고문을 게시하여 연하장애 진단을 받은 적이 있는 50세 이상 성인을 모집하여 개발한 연하개시식의 관능적 특성을 평가함.

- 영양밀도를 높인 연하개시식의 VFSS 측정

· 비디오투시연하검사(VFSS)결과 분석을 통해 저작 및 삼킴기능을 확인할 수 있음. 개발한 연하개시식과 요거트를 섭취하는 동안 VFSS 촬영을 실시하고, 연하장애를 가진 환자들의 삼킴 기능을 관찰하여 개발한 연하식의 효능을 평가함

○ 식단구성

- 영양밀도를 개선한 연하식의 식단구성(신세계와 협업)

· 식단구성을 위한 주식, 주찬 중 고기, 생선류, 부찬, 간식을 포함한 연하식 메뉴 제공 및 식단구성 <3차년도> 영양밀도가 개선된 연하식 완제품의 소비자 기호도(선호도) 및 임상적 영양평가

○ 영양밀도가 개선된 연하식의 영양분석 및 섭취 후 임상적 영양평가

- IRB 작성

· 선행연구 (Morucci et al., 2022) Effects of a 24-week exercise program on functional fitness, oxidative stress, and salivary cortisol levels in elderly subjects. *Medicina*, 58(10), 1341.에서 평균과 표준편차 값을 이용하여 G-power 프로그램에 적용 후 최소 필요 연구대상자 17명을 산출함. 연구의 특수성으로 탈락률 10%를 적용하여 목표 피험자수는 18명으로 예상하였음. 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였음 (HYUIRB-202311-031).

- 시제품 시료의 영양분석: 연하식사구성 및 영양성분 분석(한국영양학회 Can Pro)

· (주)신세계푸드에서 제공받은 연하무스식 8종 (간장찜닭무스, 간장생선무스, 관자새우크림무스, 된장 맥적구이무스, 짜장무스, 녹차양갱, 커피양갱, 초코양갱)을 한국영양학회에서 개발한 프로그램인 CAN-Pro 5.0 (Web ver.) 전문가용을 이용하여 영양성분을 분석함. 또한 해당 데이터를 바탕으로 병원 환자들이 섭취할 수 있는 연하식사 및 식단을 구성함.

- 영양밀도 제품을 섭취한 후, 수분 및 영양상태 판정 (일산복음병원과 협업)

· IRB 심의를 거쳐 모집한 연구대상자들은 무스를 섭취하기 전 개인정보 및 NQ영양지수평가, 식습관 설문지를 작성함. 그 후 재활치료실에서 작업치료사와 함께 운동능력을 평가함 (악력 측정). 2주 간 (주)신세계푸드의 연하무스식 8종을 번갈아 섭취한 뒤, 2주 전과 동일한 설문과 운동능력 평가를 진행함.

○ 영양밀도가 개선된 연하식의 기호도 (선호도) 평가

- IRB 작성

· 선행연구(Elmore, J. R. et al., 1999) Preference mapping: relating acceptance of “creaminess” to a descriptive sensory map of a semi-solid. *Food Quality and Preference*, 10(6), 465-475.에서 평균과 표준편차 값을 이용하여 G-Power 프로그램에 적용 후 필요로 하는 최소 연구대상자 수를 24명으로 산출하였음. 10%의 탈락률을 적용하며 목표 피험자수는 27명으로 예상함. 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였음 (HYUIRB-202311-031).

- 일산복음병원 입소환자들(연하장애 수준별 환자)의 기호도 평가

· (주)신세계푸드에서 제공받은 연하무스식 8종을 각각 섭취한 다음 색상, 짠맛, 감칠맛, 단맛, 향, 부 착성, 응집성, 묵넘김, 후미, 전체적인 선호도, 구매희망정도 항목을 평가함.

○ 연하식사 섭취 및 식사관리 방법 제공을 위한 교육안 (매뉴얼) 작성

- 제공하는 식사의 온도나 시간, 1회 분량 및 식사 자세 등의 섭취 교육

· 영양밀도가 개선된 연하식의 임상적 영양평가에 참여한 일산복음병원 내 연구대상자와 보호자에게 교육자료를 배포하고 섭취 교육을 진행함.

- 일산복음병원 입소환자들을 위한 입소환자, 요양보호사, 보호자 등의 현장 매뉴얼 (practical manual) 작성

· 연하식사 섭취 교육 진행 시 연구대상자와 보호자의 의견과 질문을 수렴하여 구체적인 현장 매뉴얼을 제작함.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

[주관연구개발기관 : (주)신세계푸드]

[1차년도] 고령친화식품 상품 구성안 마련 및 상품개발

○ 기존 무스식 제품 현수준 파악 및 개선점 도출

[가자미구이무스 경도 및 영양성분 분석결과]

| 항 목 | 분석결과 | 단위 | 시험방법 |
|----------------------------------|--------------|------------------|-------------------|
| 경도 (응력, Stress) ¹⁾ | 8038.5±584.2 | N/m ² | KSH 4897 시험방법(경도) |

¹⁾ 5회 분석 결과 최대값 및 최소값을 제외한 3회 평균값

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 68.61 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 371.41 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 4.01 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 0.43 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.01 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.04 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.74 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 18.12 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 6.37 |

[소불고기무스 경도 및 영양성분 분석결과]

| 항 목 | 분석결과 | 단위 | 시험방법 |
|----------------------------------|---------------|------------------|-------------------|
| 경도 (응력, Stress) ¹⁾ | 15376.2±194.1 | N/m ² | KSH 4897 시험방법(경도) |

¹⁾ 5회 분석 결과 최대값 및 최소값을 제외한 3회 평균값

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 82.27 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 313.39 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.04 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 4.17 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.27 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.07 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.99 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 16.23 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 9.42 |

<기존 무스식 제품 경도분석, 영양분석 결과>

[가자미구이무스 섭취안전성 검사결과]

| 문항 번호 | 설문문항 | 설문 점수 응답 분포(수) | | | | | 평균 (점) |
|----------|---|----------------|----|----|----|----------|-----------|
| | | 매우 긍정 | 긍정 | 보통 | 부정 | 매우 부정 | |
| 1 | 제품의 목적 및 섭취방법을 고려하였을 때 고령자가 삼키기 용이한 크기로 제조되었는가? | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 | 4.73 |
| 2 | (반)유동식의 경우, 목넘김 시 흡착 위험이 없는가? | 15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4.79 |
| 3 | 고령자인 소비자를 고려하여 제품의 이물(경질, 연질) 관리를 실시하였는가? | 15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4.79 |

* 5점 만점 기준

5. 결론

- 사용성평가 결과 가자미구이무스의 섭취안전성 항목의 평균 점수는 4.77로 사용성평가 지표에 따라 **적합**으로 판정됨
- 섭취안전성 평가 시 관찰한 내용을 토대로 판단하기에, 해당 제품들은 고령자가 삼키기에 용이한 크기로 흡착의 위험이 없고 이물관리가 적절한 것으로 보임

[소불고기무스 섭취안전성 검사결과]

| 문항 번호 | 설문문항 | 설문 점수 응답 분포(수) | | | | 평균 (점) |
|-------|---|----------------|----|----|----|--------|
| | | 매우 긍정 | 긍정 | 보통 | 부정 | |
| 1 | 제품의 목적 및 섭취방법을 고려하였을 때 고령자가 삼키기 용이한 크기로 제조되었는가? | 15 | 4 | 0 | 0 | 4.79 |
| 2 | (반)유동식의 경우, 목넘김 시 흡착 위험이 없는가? | 16 | 3 | 0 | 0 | 4.84 |
| 3 | 고령자인 소비자들 고려하여 제품의 이물(경질, 연질) 관리들 실시하였는가? | 16 | 3 | 0 | 0 | 4.84 |

* 5점 만점 기준

5. 결론

- 사용성평가 결과 불고기무스의 섭취안전성 항목의 평균 점수는 4.82(소불고기무스)로 사용성평가 지표에 따라 적합으로 판정됨
- 섭취안전성 평가 시 관찰한 내용을 토대로 판단하기에, 해당 제품들은 고령자가 삼키기에 용이한 크기로 흡착의 위험이 없고 이물감이 느껴지지 않는 것으로 보임

<기존무스식 제품 섭취안전성 평가 결과>

· 경도분석 및 영양성분분석결과, 두 제품 모두 단백질 함량 6g 이상, 경도기준 KS 3단계에 속하는 것을 확인해 고령친화식품으로 적합할 것으로 판단됨. 또한 섭취안전성 평가 결과 가자미구이 4.77, 소불고기무스 4.82로 두 제품 모두 평가결과 4.5 이상으로 고령자가 저작, 삼키기에 매우 용이한 것으로 평가됨.

· 현재 기존 무스식 제품의 경우 단백질 함량이 원물에 의존하기 때문에 생산 시 원물상태에 따라 분석치 편차가 발생하는 단점이 있으며, 대부분이 동물에서 기인한 단백질임. 영양성분(단백질 함량) 및 경도분석 값 편차를 줄이고 균일한 품질의 영양가 있는 제품을 생산하기 위해서는 소재 첨가(물성소재, 단백소재)를 통한 보완이 필요함.

- 실제 병원식 식단 검토를 통한 추가상품 구성안 마련

- 자사운영중인 병원사업장의 2-3달 식단을 참고하여 고령친화식에 적합한 메뉴 및 주사용 원재료를 도출함.

주간식단표

| 구분 | 6월 28일 (일) | 6월 29일 (화) | 6월 30일 (수) | 7월 1일 (목) | 7월 2일 (금) | 7월 3일 (토) |
|----|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 조식 | 누룽지탕 | 아육국 | 소고기미역국 | 토란국 | 유채국 | 우렁된장국 |
| | 우사태조림 | 스크램블에그 | 주꾸미볶음 | 참치두부찜 | 날치알달걀찜 | 돈장조림 |
| | 오징어젓갈무침 | 멸치아몬드볶음 | 연근조림 | 참나물샤브샐러드 | 우체우영볶음 | 미역줄기볶음 |
| | 근대나물 | 아삭이무침 | 치커리겉걸이 | 고순나물볶음 | 브로컬리초무침 | 얼갈이나물무침 |
| | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 깍두기 |
| 중식 | 등뼈해장국 | 카레덮밥 | 꽃계탕 | 버섯찌개 | 냉도토리묵채국 | 대파육개장 |
| | 매콤두부조림 | 가쓰오장국 | 두반장돈육볶음 | 납작당면간장찜닭 | 임연수구이 | 쉬팅프크롤렛 |
| | 자반볶음 | 크리미어니언치킨 | 블루베리고구마범벅 | 비트양파지 | 델리모듬소시지볶음 | 서리태조림 |
| | 미나리숙주무침 | 진미채무침 | 고춧잎나물 | 도라지무침 | 시금치겉걸이 | 실곤약무침 |
| | 알타리겉걸이 | 포기김치/요플레 | 포기김치 | 포기김치 | 알타리겉걸이 | 포기김치 |
| 석식 | 소고기무국 | 콩비지찌개 | 백랍떡국 | 총합국 | 뜯개묵국 | 황태국 |
| | 고등어구이 | 동태조림 | 훈제오리야채무침 | 돈사태조림 | 해물찜 | 소불고기 |
| | 표고버섯볶음 | 켄리플라워계살볶음 | 취나물볶음 | 애호박볶음 | 메추리알조림 | 매콤감자조림 |
| | 정경채생채 | 고들빼기지 | 쌈무 | 깻잎지 | 쪽파노각무침 | 적상추쌈 |
| | 포기김치 | 깍두기 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 |

주간식단표

| 구분 | 8월 9일 (월) | 8월 10일 (화) | 8월 11일 (수) | 8월 12일 (목) | 8월 13일 (금) | 8월 14일 (토) | 8월 15일 (일) |
|----|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 조식 | 소고기무국 | 유채국 | 조갯살미역국 | 누룽지탕 | 아욱국 | 미소장국 | 어묵국 |
| | 두부조림 | 영양달걀찜 | 우사태조림 | 주꾸미볶음 | 둔강조림 | 스크램블에그 | 닭안심조림 |
| | 콘드레나물볶음 | 자멸치건파볶음 | 애호박볶음 | 메추리알조림 | 명엽고추장볶음 | 건새우볶음 | 표고볶음 |
| | 아삭이무침 | 뽕나물무침 | 고들빼기무침 | 취나물무침 | 숙주나물 | 근대나물 | 브로콜리초침 |
| | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 |
| 중식 | 우렁살시래기국 | 닭곰탕 | 감자국 | 냉모밀국수 | 곤이알탕 | 소고기미역국 | 김치콩비지찌개 |
| | 돈사태찜 | 가자미구이 | 두루치기 | 순살까스&데미S | 간장찜닭 | 활치두부찜 | 고등어구이 |
| | 보코치니그린샐러드 | 비트양파지 | 고구마순새우살볶음 | 콘샐러드 | 파래자반 | 알감자조림 | 가지볶음 |
| | 마늘종략교무침 | 동글오이무침 | 청경채겉절이 | 고추지양념무침 | 깻순나물볶음 | 실곤약야채무침 | 오이지냉국 |
| | 포기김치 | 포기김치/네이처홍삼 | 깍두기 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 알타리김치 |
| 석식 | 가쓰오장국 | 버섯찌개 | 파육개장 | 황태해장국 | 사골토란국 | 호박국 | 바지락된장국 |
| | 해물찜 | 연양식바삭불고기 | 임연수강황구이 | 소불고기 | 동태조림 | 오징어커피롤 | 계육볶음 |
| | 꽃말살사과무침 | 컬리플라워볶음 | 우영볶음 | 올방개목무침 | 궁채볶음 | 참나물불고기샐러드 | 연근조림 |
| | 썩갓겉절이 | 부추생채 | 노각무침 | 적상추쌈 | 치커리겉절이 | 무말랭이 | 수제겉절이 |
| | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 | 포기김치 |

<일산복음병원 주간식단>

· 실제 병원식당 운영 식단을 보았을 때, 육류 단백질찬으로 닭고기를 활용한 메뉴가 많았으며(찜닭, 닭안심조림, 닭볶음탕 닭곰탕 등), 해산물 단백질 찬으로 흰살 생선, 새우, 오징어 등을 활용한 메뉴(가자미구이, 새우커피롤, 주꾸미볶음 등)가 많았으며 소비자 선호도가 높았음.

· 따라서 추가제품 개발시 자사에서 현재 생산중인 제품을 제외하고, 육류/해산물/채소 중 장시간 열을 가하여도 조직이 물러지지 않는 소재를 택해 제품개발을 진행함.

| | | |
|-----|--------|-----|
| 육류 | 해산물 | 채소 |
| 닭고기 | 전복, 새우 | 옥수수 |

– 원재료, 소재 종류별 특징파악 및 최적배합비 탐색

· 닭고기는 영양가가 높고 필수아미노산이 풍부하여 노인에게 양질의 영양공급원으로 적합함. 닭고기 여러 부위 중 적합한 부위를 선정하기 위해 다리살, 가슴살/안심살로 테스트를 진행하였음.

| | | |
|---------------|---------|------|
| | 가슴살/안심살 | 다리살 |
| 단백질 함량(100g당) | 22.97 | 19.4 |

<식품 안전나라 영양성분 데이터베이스 기준 단백질함량>

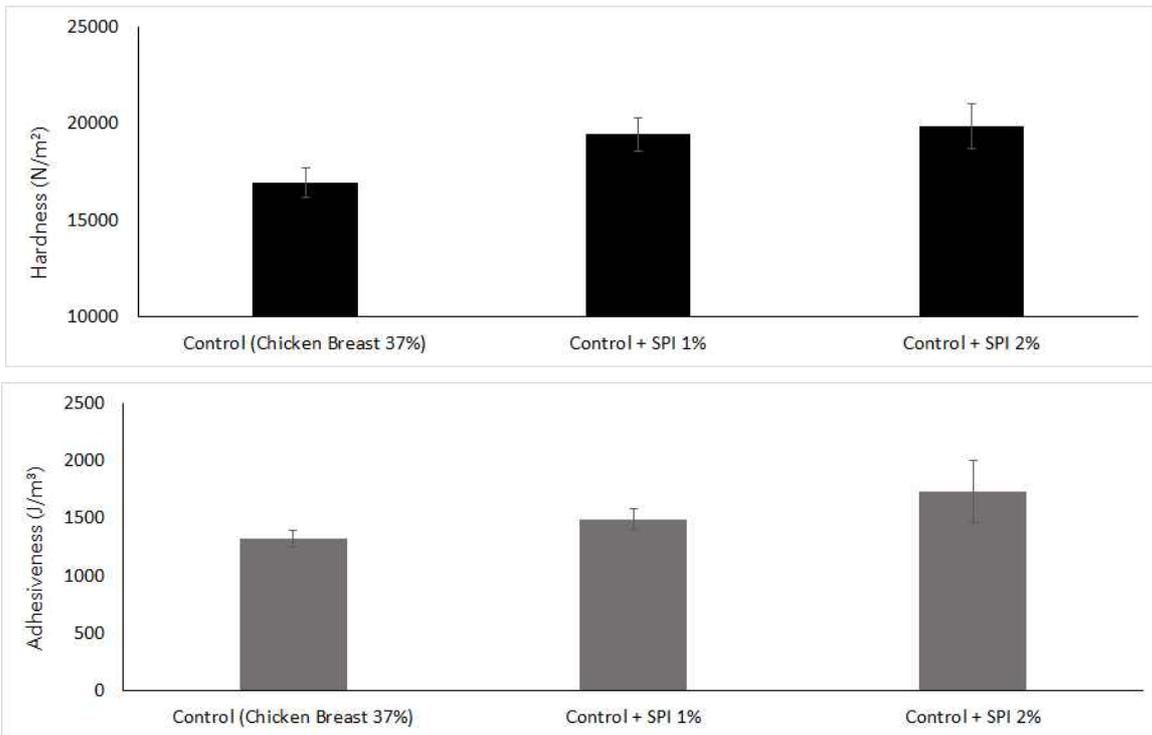
· 부위별 잡내, 성상 등을 비교하였을 때, 다리살의 경우 단백질 함량이 낮으며 껍질에 의한 생산시 별도의 추가공정(제거)필요 및 기름생성, 분쇄 불용이(껍질유지시) 등의 단점이 있을 수 있어 단백질 함량이 높고 단가가 낮은 가슴살/안심을 택함.



<부위별 비교테스트>

· 전복과 새우의 경우 소비자의 선호도는 높으나 열을 가해도 연해지지 않는 식감을 가져 저작기능이 저하된 고령자나 연하장애환자가 섭취하기 어려운 재료 중 하나임. 따라서 전복과 새우를 활용해 개발 테스트를 진행함.

· 기존제품은 원물에 기인하여 단백질 함량을 부여했다면, 본 개발에서는 단백질 첨가를 통한 영양성분을 강화하고자 함. 분리아미노산을 함유한 소재는 현재 개발 중인 관계로, 같은 식물성인 대두에서 기인한 분리대두단백을 첨가하여 테스트를 진행함.



<분리대두단백 첨가 함량에 따른 경도, 부착성 비교>

· 단백소를 원 배합비에 1%, 2% 첨가하여 무스를 제조하고 TA(Texture Analyzer)를 사용해 TPA test를 진행하였을 때, 분리대두단백의 함량이 높아질수록 경도(Hardness) 값은 상승, 부착성(Adhesiveness) 값은 증가하는 경향을 확인함. 따라서 단백질 첨가에 따른 원물함량조절 및 물성 제어가 필요하며 단백질 첨가 시 특이취 발생, 부착성 증가 등을 고려해 제품별 소재를 2% 내외 첨가하기로 함.

- 영양설계를 통한 고령친화식품 상품개발 및 성상, 관능 확인

· 제품 개발시 제품 90g당 단백질 6g 이상이 되도록 설계함. (안전계수 고려 7.6g/90g)

| 주원재료 | 배합비 (%) | 제품 함유 단백질 (90g 당) | 주원재료 | 배합비 (%) | 제품 함유 단백질 (90g 당) |
|-------|---------|-------------------|--------|---------|-------------------|
| 닭 가슴살 | 37 | 7.65 | 닭 가슴살 | 29 | 6 |
| | | | 분리대두단백 | 2 | 1.62 |
| SUM | | 7.65 | SUM | | 7.62 |

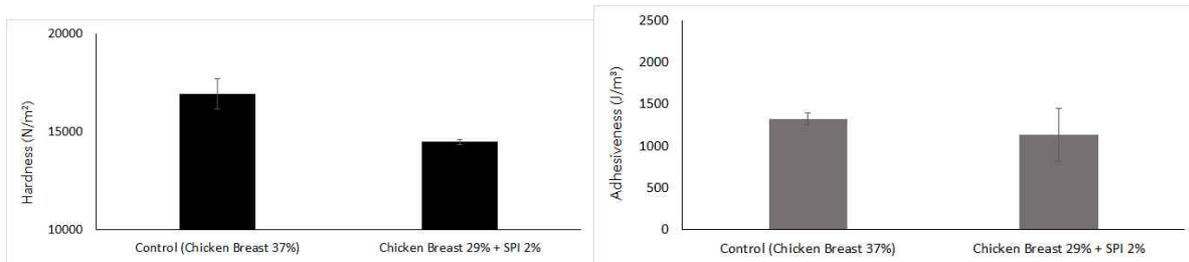
<영양성분 시뮬레이션을 통한 제품 설계>

· 식품안전나라 데이터베이스를 토대로 영양성분을 설계했을 때 배합비상 단백질 2% 사용 시 동일단백질 함량 기준 안심살 원물 함량이 8% 줄어 보다 편차가 적고 영양가 있는(동식물성 단백질 조화, 분지아미노산 함유) 제품이 될 것으로 판단됨.



<찜닭 무스 개발테스트 사진>

· 닭 가슴살 29%, 분리대두단백 2%, 풍미 및 물성보완을 위한 야채류(양파, 감자 등)와 조미소재를 첨가해 실제 찜닭 무스 개발테스트를 진행하였으며 관능 및 성상이 양호함을 확인함.



<찜닭 무스 경도, 부착성 비교>

· 완성된 찜닭 무스의 경도를 측정한 결과, 가슴살 37%만 사용한 대조군에 비해 원물 양을 줄이고 대두단백을 첨가한 실험군이 경도값이 더 낮은 것을 확인함. 이는 분리대두단백으로 실험한 결과로 2년차 이후 분지아미노산 소재를 통한 재확인과 물성소재를 통한 보완이 필요할 것으로 판단됨.

· 동일 방법으로 전복과 새우를 테스트해보았을 때, 육류와 다르게 해산물 베이스 무스 제조시 물성이 잘 잡히지 않는 문제점이 발견되었으며 전분이 포함된 감자, 끈적이는 물성의 마 등의 부가소재와 물성소재를 조절해 개선테스트를 진행함.

○ 원료, 소재, 특징 등 제품설계 및 배합비 개발

· 제품 및 공정 설계를 토대로 실제 공장에서 시생산을 통해 여러조건에서 샘플제조를 테스트하고 전처리, 살균조건 등 관리포인트를 설정함.



<시생산 제조공정 과정>

- 원료 전처리 조건 수립 및 제조공정별 관리 포인트 설정

가. 고형원료 전처리

· 스팀오븐조리와 가지와라 솥(직화조리) 두 가지 방법 비교를 통해 전처리조건을 수립함. 가지와라 볶음 솥을 사용한 직화 가열조리의 경우, 빠른 조리시간, 불맛 풍미 증가 등의 장점이 있지만 조리 시간 내 별도 인력투여에 따른 가공비 상승, 불균일한 가열, 낮은 수율 등의 단점이 있음. 이에 반해 스팀오븐조리의 경우 조리 시 높은 수율, 균일한 온도전달, 인력절감 등의 장점이 있음. 현재 기존 무스식의 경우 직화조리를 이용해 전처리를 하고 있으나 신규 OEM 업체의 경우 스팀오븐을 다량 보유하고 있어 스팀오븐을 사용한 전처리 변경을 고려함.



[스팀오븐조리]



[직화가열조리]

나. 분쇄 및 배합/가열

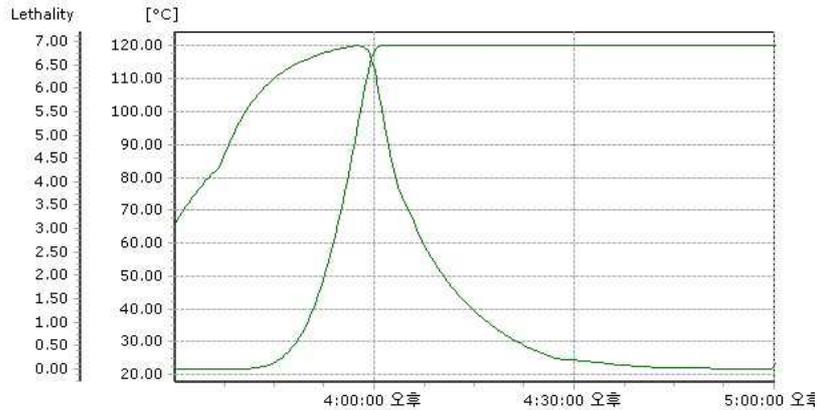
· 기존 무스식 공정의 경우 분쇄 시 점도조절제, 정제수를 넣어 분쇄, 믹싱하는 별도 공정이 있으나 인건비 절감 및 효율 상승을 위해 배합시 점도 조절제를 넣고 교반 및 가열하는 공정으로 변경함. 가열배합시 관리 포인트로 점도조절제의 완전한 활성을 위해 천천히 투입, 충분한 가열교반(90도 도달)을 설정함.

다. 충전

· 무스식 특성상 온도하강에 따른 겔화가 진행되기 때문에 충전시 온도조건 유지를 중요한 포인트로 설정함. 또한 점성이 있어 충전 시 튀는 현상이 발생해 충전노즐 변경, 속도 등 충전조건변경을 검토함.

라. 후 살균

· 현재 무스식의 경우 냉동조건으로 납품되고 있어 이를 냉장조건으로 변경하기 위해 레토르트, 열탕살균 두 가지 조건으로 후 살균 테스트를 진행함.



[레토르트 랩 테스트 엘랩 온도측정 결과]

· 랩에서 레토르트를 이용해 살균테스트(121도 20분)를 진행한 결과, 121도 도달까지 27분 소요되었으며 F0값이 6.91분 나오는 것을 확인함. 다만 샘플의 표면변색현상이 관찰되어 살균온도를 낮추고(118도) 시간을 늘려 시생산을 진행함. 열탕살균은 제조업체 조건에 맞추어 90도 조건에서 진행했으며 레토르트와 열탕샘플 모두 자사 안전센터 유통기한 테스트를 통해 후 살균조건을 확립할 예정임. (현재 2개월 경과 이상 없음)

[2차 년도] 소재 조합을 통한 제품의 영양강화 및 고령친화식품 상품화

○ 영양밀도가 강화된 제품개발을 위한 최적 소재(물성제어, 분지아미노산) 비율 탐색

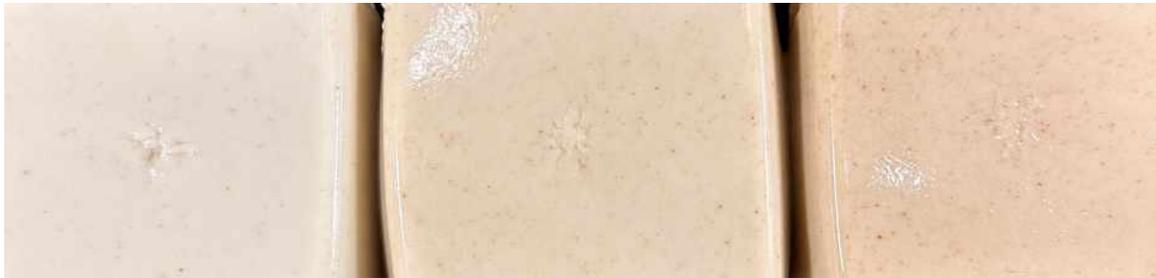
- 분지 아미노산 함량별 용해도 분석 및 경도변화 탐색

· 분지아미노산의 소재특성을 파악하기 위해 소재 자체의 관능, 용해도, 분산력 등을 비교분석하였음. Proto type 샘플을 경기대로부터 전달받았으며, 아직 개발진행중으로 완제품이 아니기에 감안하여 특성파악 진행함. 관능적 특성으로는 일반 단백질분말과 달리 발효취가 있어 제품에 첨가하였을 때 소재자체의 전반적인 맛이 강하게 느껴짐. 또한 분말입자가 SD로 제조된 것이 아닌 고체상태의 원물을 갈아서 만든 것으로 분말의 꺼끌한 특성이 혀에 잔존함. 이는 함량별로 용해하여 고속으로 갈았을때도 입자가 작게 부서지지 않고 남아있음.

· 함량을 달리하여 물에 녹여 용해도를 비교함. 분지아미노산의 경우, 물에 녹는게 아닌 분산되는 타입으로 시간을 두고 지켜보았을 때 밑에 가라앉는 침전이 발생하는 것을 관찰 할 수 있음. 또한 자체의 색을 가지고 있어 용액의 색이 함량에 따라 진해지는 것을 확인할 수 있음. 이는 제품에 적용하였을 때, 제품 고유의 색에 영향을 미치는 것을 의미하며, 다량을 첨가하였을 때 관능과 용해도, 전체의 외관적인 부분에 영향을 줄 수 있어 첨가 시, 이를 고려해야함을 의미함.

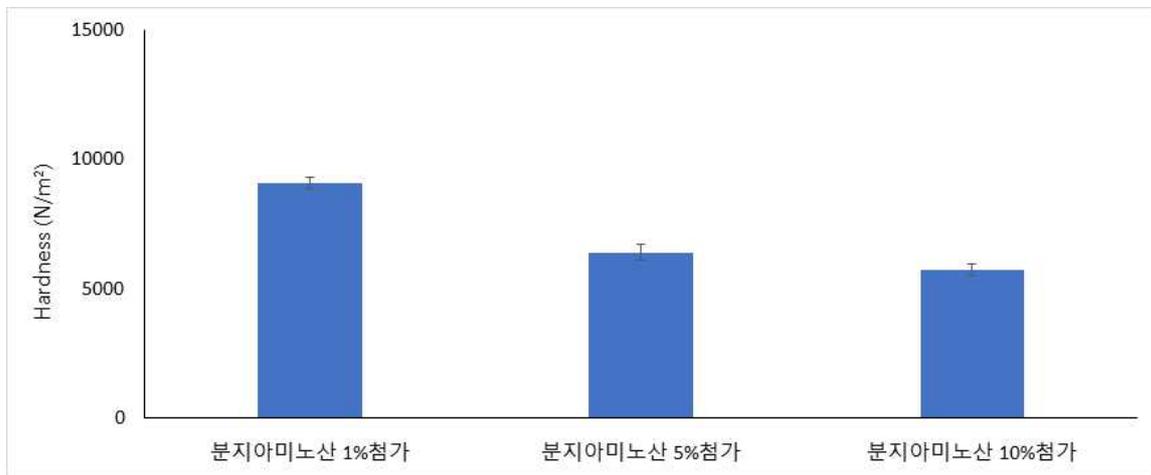


[분지아미노산 1%] [분지아미노산 3%] [분지아미노산 5%] [분지아미노산 10%]



<분지아미노산 제품첨가시, 외관비교(왼쪽부터 1%, 5%, 10% 첨가)>

· 분지 아미노산이 제품의 경도변화에 미치는 영향을 파악하기 위해 무스에 함량별로 첨가하여 경도분석 진행함. 1%, 5%,10%를 첨가하였으며, 이를 물성분석 진행하였음. 물성테스트는 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis) test를 진행함.(Test speed 600mm/min, Distance 10mm) (제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함). 분지아미노산을 1%,5%,10% 용액으로 제조한 후 무스에 첨가하여 물성분석을 진행하였음. 분지아미노산의 함량이 높을수록 경도가 낮게 나타남. 일반적인 단백질소재의 경우, 함량이 높을수록 경도가 높아지는것과 대조되는 결과임.



<분지아미노산 첨가 제품 함량별 무스 경도비교>

- 분지아미노산 소재 함량별 최적비율 탐색

· 1차년도 병원식 식단의 검토를 통해 추가상품개발을 위한 원재료를 선정하였음. 병원식 식단을 참고하였을 때, 육류 단백질찬으로 닭고기를 활용한 메뉴가 많았으며(찜닭, 닭안심조림, 닭볶음탕 닭곰탕 등), 해산물 단백질 찬으로 흰살 생선, 새우, 오징어 등을 활용한 메뉴(가자미구이, 새우커틀 릿, 찞꼬미볶음 등)가 많았으며 소비자 선호도가 높았음. 따라서 추가제품 개발시 육류/해산물/채소 중 장시간 열을 가하여도 조직이 물러지지 않아 고령층이 섭취하기 힘든 소재를 택해 제품개발을 진행하였으며, 반찬형태로 제공되는 것을 감안하여 원재료를 활용한 메뉴형식의 신제품을 개발 진행하였음.

· 분지아미노산 특유의 풍미를 감추기 위해서 제품개발 진행시, 이를 마스킹 할 수 있는 배합비 개발이 필요하였으며, 전체적인 맛 방향을 발효취와 유사한 된장, 간장을 활용하여 설정하였음. 강한 양념과 함께 첨가되었을 때, 분지아미노산의 취가 덜 발현되는 것을 확인할 수 있었음. 앞서 분지아미노산 소재의 특성파악시, 함량이 증가할수록 전반적인 색이 진해지고, 소재의 특유풀미가 강하게 느껴지며, 입자감이 느껴져 제품개발시에는 1% 첨가를 기준으로 진행함. 향후 대량생산된 소재를 활용하여 제품개선시에는 함량증량을 고려할 예정임.

- 된장맥적구이 개발

육류의 단백질함량을 비교해 보면, 소고기가 약 16%, 닭고기가 약 19% 수준이며, 돼지고기가 21%로 가장 높음. 돼지고기를 활용하여 제품을 개발함. 돼지고기 부위 중 단백질 함량이 가장 높은 뒷다리살을 사용하였으며(22.2g/100g), 분지아미노산은 1% 첨가함. 분지아미노산의 발효취를 마스킹 하기 위해 된장을 기본베이스 양념으로 가미하여 배합비 개발함. 풍부한 풍미를 위해 양파, 대파, 마늘등을 첨가함. 돼지고기의 단백질 만으로는 안정적인 경도 및 부착성이 부여되지 않기 때문에 물성조절소재를 첨가하여 개발하였으며 내부관능테스트 및 시생산 완료함.



<된장 맥적구이 무스>

- 간장찜닭무스 개발

· 닭고기 메뉴 중 가장 대중적인 찜닭을 무스로 개발함. 닭고기 부위중 단백질 함량이 제일 높은 가슴살을 사용하였으며, 분지아미노산은 1% 첨가함. 분지아미노산의 발효취를 마스킹 하기 위해 간장을 기본베이스 양념으로 가미하여 배합비 개발함. 간장소스의 경우 단맛이 강하면 많이 먹었을 때 질리거나 느끼하게 느껴질 수 있어, 매콤한 맛을 추가함. 연하식품의 경우 고춧가루를 사용하여 매운맛을 부여하는 것은 지양하는 방향이라 파리고추를 첨가함. 실제 메뉴와 동일하게 감자, 양파, 대파, 마늘등을 첨가하여 개발진행함. 닭고기의 단백질 만으로는 안정적인 경도 및 부착성이 부여되지 않기 때문에 물성조절소재를 첨가하여 개발하였으며 내부관능테스트 및 시생산 완료함.



<간장찜닭 무스>

- 간장생선조림무스 개발

· 고령의 소비자나, 연하곤란 환자들이 가장 먹고싶지만, 먹기 힘든 메뉴 중 하나가 생선요리임. 생선을 활용한 메뉴개발을 진행함. 코다리조림에서 참고하여 간장베이스의 생선조림을 개발진행함. 생선원물 중 가시가 제거된 상태로 원료의 유통 및 사용이 가능한 동태를 메인으로 하였으며, 분지아미노산은 1% 첨가함. 분지아미노산의 발효취를 마스킹 하기 위해 간장을 기본베이스 양념으로 가미하여 배합비 개발함. 달고 짠맛을 동시에 구현할 수 있도록 당도와 염도를 조절하였으며, 실제 메뉴와 동일하게 무, 양파, 대파, 마늘등을 첨가하여 개발진행함. 생선의 경우 부서지는 성질의 단백질이기 때문에 안정적인 경도 및 부착성을 위해 물성조절소재를 첨가하여 개발하였으며 함량은 다른 육류 메뉴보다 상향조절하였음. 내부관능테스트 및 시생산 완료함.



<간장생선조림 무스>

- 관자새우크림무스

· 해산물을 활용한 메뉴 중 열을 가해도 물러지지 않는 소재인 관자와 새우를 선택하여 제품 개발함. 지금까지 개발된 메뉴들이 한식 위주로 구성되어 있어, 서양식 메뉴 중 새우크림 스파게티를 참고하여 크림소스를 활용하여 개발함. 크림소스의 경우 베이스가 밝은 흰색이기 때문에, 분지아미노산을 다량 첨가할 경우 전체적인 색이 강해지고, 분지아미노산 입자가 이물로 보일 수 있어서 다량 첨가가 불가하여 1% 첨가함. 발효취를 마스킹 하기위해 마늘을 첨가하였음. 원가를 고려하여 육류 대비 관자와 새우의 함량이 적기 때문에 물성조절소재를 상향조절하여 첨가하였으며, 최종 제품의 경도는 3단계 수준에 맞춰 조정함.



<관자새우크림 무스>

- 짜장무스

· 병원식 식단에서 주기적으로 제공되는 메뉴 중 하나인 짜장소스를 무스로 개발함. 짜장은 고기와 채소를 동시에 다량 섭취할 수 있는 메뉴로 영양적인 측면에서 잘 갖춰진 메뉴임. 돼지고기를 기본으로 감자, 양배추, 애호박, 당근등을 함께 익혀 첨가하였으며, 짜장소스는 익숙한 맛으로 개발 진행함. 짜장의 경우 자체의 색이 진해 분지아미노산을 다량첨가해도 외관에서는 큰 영향이 없었으나, 함량을 높였을 때 자체의 쓴맛이 발현되어 이질감이 느껴져 1% 수준 첨가함. 채소의 비중이 높아 단백질 함량의 보완을 위해 대두단백 소재를 동시에 첨가하였으며, 물성소재의 증량을 통해 안정적인 물성을 부여함.



<짜장 무스>

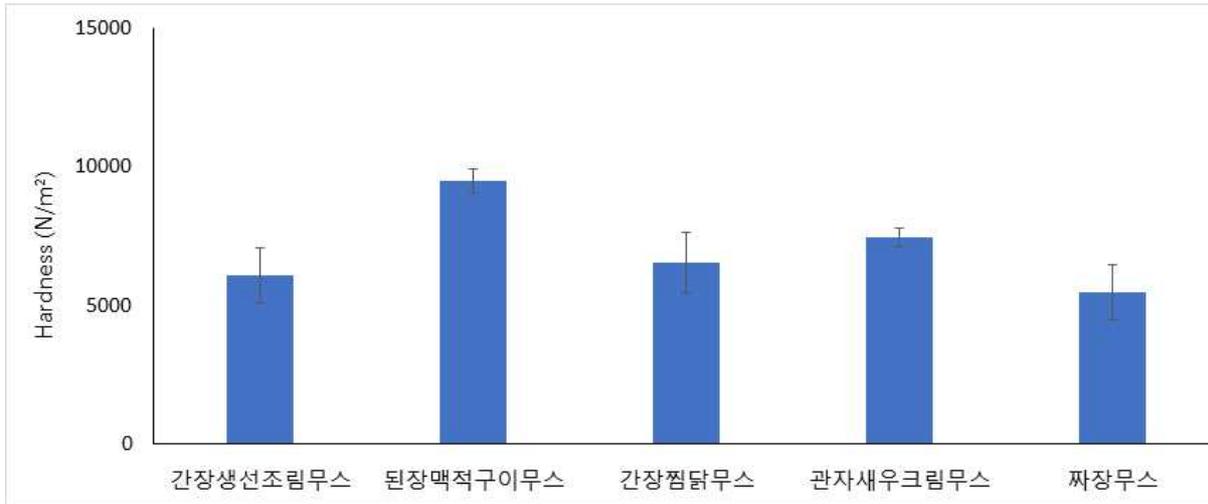
· 대량생산공정을 통해 제품화가 가능한지 확인하기 위해 시생산을 진행함. 육류 및 해산물, 채소 등은 콤비오븐을 통해 전처리 하였으며, 분쇄과정에서 부재료 및 분지아미노산 첨가함. 분쇄는 대량생산 공정시 설정된 조건에 따라 진행하였으며, 손으로 만져보았을 때 입자감이 느껴지지 않을때 까지 진행함. 물성조절소재는 물에 섞어 겔 상태로 투입하였음. 가열공정을 통해 물성조절소재의 발현을 유도함.

- 분지아미노산 강화 무스 5종 품목제조보고

경기대에서 개발한 분지아미노산 발효 단백질 분말 소재를 1% 적용하여 된장맥적구이, 간장찜닭, 간장생선조림, 관자새우크림, 짜장무스 5종을 제품화함. 분지아미노산 소재는 무스 대량생산 공정 중 분쇄과정에서 첨가하여 제조함.

- 제품의 영양강화에 따른 물성확인

· 분지아미노산을 첨가한 제품 5종에 대한 물성분석을 진행하였음. 물성테스트는 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis) test를 진행함.(Test speed 600mm/min, Distance 10mm) (제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함). 소비자의 섭취 조건과 동일하게 가열 후 냉각하여 분석진행 하였음. 6종의 경우 3단계의 하한치인 5,000N/m² 보다는 높았지만, 안정적인 물성유지를 위하여 10,000 이상으로 상향조절예정임.



<분지아미노산 첨가 제품의 경도분석결과>

- 제품의 영양강화에 따른 영양성분 확인

· 분지아미노산을 첨가한 제품 5종에 대한 영양성분분석을 진행하였음. 공인기관인 인터텍에 의뢰하였으며, 결과는 다음과 같음. 원물함량이 높을수록 단백질 함량이 높게 검출되었음. 관자새우크림무스의 경우, 원재료의 가격이 높아 다량을 첨가하지 못하여 이로인한 단백질 함량이 낮게 검출됨(3g/100g). 이 제품의 경우 프리미엄 라인으로 구성하여 원재료 함량을 증량하거나, 단백질소재의 추가첨가로 단백질 함량을 보완하는 개선을 진행예정. 짜장무스의 경우, 고기보다 채소의 비중이 높은 품목으로 단백질소재첨가 및 분지아미노산 첨가로 단백질 증량방향으로 개선예정

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 | 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 | 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|----------------|-------|--------|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 101.11 | 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 81.42 | 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 86.88 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 428.06 | 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 983.62 | 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 551.51 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 5.01 | 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 8.02 | 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.59 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.19 | 당류(g/100g) | 기준없음 | 5.77 | 당류(g/100g) | 기준없음 | 5.66 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.51 | 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.42 | 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.30 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.07 | 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 | 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.15 | 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.40 | 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.27 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 17.95 | 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 18.13 | 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 9.46 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 12.37 | 단백질(g/100g) | 기준없음 | 9.14 | 단백질(g/100g) | 기준없음 | 6.15 |

[된장맥적구이무스]

[간장찜닭무스]

[간장생선조림무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 64.74 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 261.10 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.51 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.45 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.90 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.08 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 7.41 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 3.15 |

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 14.82 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 289.02 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.56 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.13 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.18 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.02 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.78 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 2.87 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 3.99 |

[관자새우크림무스]

[짜장무스]

<분지아미노산 첨가 제품의 영양성분분석결과>

<대량생산공정을 적용하여 생산한 제품의 이화학적 규격>

| 품목 | 제품사진 | 염도 | 당도 |
|----------|---|------------|------------|
| 닭고기무스 |  | 0.56 ± 0.1 | 11.9 ± 2.0 |
| 소불고기무스 |  | 0.50 ± 0.1 | 12.7 ± 2.0 |
| 가자미무스 |  | 0.63 ± 0.1 | 12.2 ± 2.0 |
| 돼지고기수육무스 |  | 0.54 ± 0.1 | 11.4 ± 2.0 |
| 동파육무스 |  | 0.49 ± 0.1 | 12.2 ± 2.0 |
| 고추잡채무스 |  | 0.56 ± 0.1 | 11.0 ± 2.0 |

· 대량생산 시, 가열, 분쇄, 재가열 등 공정에 의해 영양성분의 손실 등이 발생하지 않는지 확인하기 위해 인증기관(인터텍)에 영양분석의뢰한 결과, 이상이 없는 것으로 확인됨.

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 74.60 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 256.84 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 5.55 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 2.85 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.08 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.66 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 23.48 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 8.42 |

[닭고기무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 59.97 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 257.89 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 3.22 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 1.11 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.49 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.31 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 21.35 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 8.42 |

[가자미구이무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 117.51 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 263.05 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.77 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 2.58 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 6.67 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.04 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 2.34 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 17.73 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 7.60 |

[돼지고기수육무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 106.98 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 302.82 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 9.60 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 4.30 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 4.50 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.05 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.81 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 16.72 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 7.02 |

[동파육무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 87.65 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 304.04 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.82 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 4.01 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.33 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.01 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.26 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 14.28 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 7.50 |

[소불고기무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 92.10 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 279.43 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.49 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.83 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 5.26 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.03 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.38 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 9.95 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 4.70 |

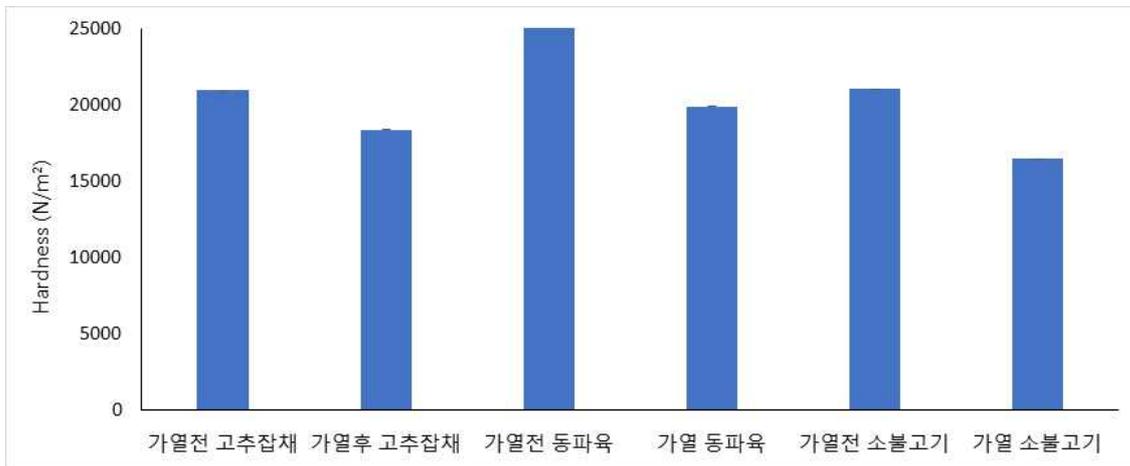
[고추잡채무스]

<대량생산공정을 적용하여 생산한 제품의 영양성분 분석결과>

- 물성측정을 통한 물리적 표준규격 설정

· 자사의 제품 개발 시, 허용 누를 수 있는 고령친화식품 인증 3단계(경도 20,000N/m²)에 부합할 수 있도록 물성을 설계하였음. 원물이 가진 특성(단백질계열) 과 물성조절소재 및 분지아미노산의 최적함량테스트 및 섭취 시 조건등을 고려하여 제품이 경도 20,000N/m² 이하가 될 수 있도록 개발함. 물성테스트는 Texture Analyzer(TA instrument)를 사용해 진행함. 측정은 고령친화식품 물성 시험 경도시험법 제 2법 조건에 따라 TPA(Texture Profile Analysis) test를 진행함.(Test speed 600mm/min, Distance 10mm) (제품의 부착성까지 보기위해 2법, TPA test을 활용함)

· 본 제품의 경우, 냉동유통 후 섭취하기 전 가열-냉각 공정을 거쳐 소비자에게 제공되므로, 물성 측정시에도 소비자가 실제로 섭취하는 동일한 조건하에서 분석이 필요함. 제품의 가열여부에 대한 물성비교 측정결과, 가열의 유무에 따라 경도결과에 차이가 발생함을 확인함. 가열전의 경우 경도가 20,000N/m² 이상으로 측정되어, 이 경우 KS 품질규격 3단계에 충족하지 않음.따라서 완제품의 물성측정 시, 소비자의 섭취 조건과 동일하게 가열 후 냉각하여 분석하도록 설정함.



<무스 가열 유무에 따른 경도 비교결과>

- 고령친화식품 상품화를 위한 대량생산 조건 탐색

· 제품의 대량생산을 공정을 수립하기 위해 여러번의 시생산을 통해 제조공정을 구체화 함. 시생산을 통해 각 공정별 비교테스트를 진행, 공정편의성, 관능품질 등을 고려하여 최종공정 설정함. 각 공정별 세부조건을 수립하고, 완제품의 규격 및 살균조건 등 관리포인트를 최종확정함. 신제품은 개발진행중으로 배합비 등 세부규격이 확정되지 않았기 때문에 기존제품의 시생산을 통해 공정설계를 진행함.

| | 직화(가지와라솔) | 장점 | 단점 |
|-----|--|---|---|
| 가 열 |  | - 직화열에 원료를 볶는 형태로 관능이 우수 | - 볶는 과정 전반에 걸쳐 인력이 필요함. - 대량조리 시, 균일한 열전달 어려움. - 볶는 과정 중 수분 손실로 인해 차후 정제수 보정이 필요 - 규격이탈 발생가능성 존재 |
| | 간접열(콤비오븐) | 장점 | 단점 |
| |  | - 수분손실없음(동일한 전처리 품질) - 균일한 열전달에 따른 대량조리 시 안정적 - 가열조리공정 중 다른업무가능(가공비 절감) | - 가열조리시간이 직화에 비해 소요됨(1시간 정도) |

· 대량공정 시에는 균일한 품질, 안정적인 생산, 효율적인 인력운영이 고려되어야 하기 때문에, 가열공정의 방법은 콤비오븐을 활용한 간접열을 사용한 가열공정을 설정하였음.

· 부재료 투입 공정의 경우, 원물(가열이 필요한 육류 및 해산물, 채소) 가열 시 동시투입하는 공정과, 원물만 가열 후, 분쇄과정 전에 후투입 하는 공정에 대한 비교를 진행함. 동시투입 시, 원물이 가열되는 동안 양념이 베어들어 풍미가 좋아짐에 따라, 원물 가열시 동시 투입하여 양념도 가열조리 진행함.

· 물성조절제의 특성상, 대량생산 시, 다량의 분말을 일괄 투입할 경우 몽침현상이 발생. 균일하고 안정적인 분산을 위하여 분말을 미리 물에 녹여 겔화시킨 형태로 투입함. 한 번에 다 넣지 않고, 3~4회에 나눠 투입하여 초반 몽치는 현상을 방지함.



<물성조절제 투입 사진>

· OEM공장의 특성 상, 작업자의 잦은 변경이 있을 수 있어 전체 제조공정의 숙지를 위해 공정 및 세부조건을 간략히 도식화 하여 공유함.

- 완제품의 성상 및 관능구현 확인

· 제품개발의 경우, 실험실에서 개발했을 때와 대량생산공정을 거쳤을 때 맛의 차이가 날 수 있기 때문에, 이를 고려하여 배합비 개발을 진행함. 고령의 소비자가 섭취하였을 때 목에 걸리지 않고, 저작에 어려움이 없도록 개발되었으며, 이를 객관적인 테스트를 통해 확인하였음. 전반적인 맛의 만족도 및 고령 소비자가 안전하게 섭취할 수 있는지에 대해 성남시니어센터에 의뢰하여 섭취안정성에 대한 사용성평가를 진행하였음. 대량공정을 통해 생산한 제품의 경도분석또한 공인인증기관(한국식품연구원)에 의뢰하여 분석하였으며, 모두 KS인증 3단계 수준으로 평가되었음. 세부 결과는 다음과 같음.

| | | | |
|------|---------|-----------|----------------|
| 제품명 | 소불고기 무스 | 품목보고번호 | 20200614037870 |
| 규격단계 | 3단계 | 제품용량 | 150g |
| 제품사진 | | | |
| | <제품 전면> | <제품 표시사항> | <제품 내용물> |

5. 평가결과

| | |
|--------------------|-------|
| 섭취 안전성(M±SD) | 종합 결과 |
| 적합 (4.81 ± 0.06) | 적합 |

| | | | |
|------|-----------|-----------|----------------|
| 제품명 | 돼지고기수육 무스 | 품목보고번호 | 20200614037869 |
| 규격단계 | 3단계 | 제품용량 | 150g |
| 제품사진 | | | |
| | <제품 전면> | <제품 표시사항> | <제품 내용물> |

5. 평가결과

| | |
|--------------------|-------|
| 섭취 안전성(M±SD) | 종합 결과 |
| 적합 (4.65 ± 0.06) | 적합 |

| | | | |
|------|---------|-----------|----------------|
| 제품명 | 동파육 무스 | 품목보고번호 | 20200614037868 |
| 규격단계 | 3단계 | 제품용량 | 150g |
| 제품사진 | | | |
| | <제품 전면> | <제품 표시사항> | <제품 내용물> |

5. 평가결과

| | |
|--------------------|-------|
| 섭취 안전성(M±SD) | 종합 결과 |
| 적합 (4.57 ± 0.08) | 적합 |

| | | | |
|------|---------|-----------|----------------|
| 제품명 | 닭고기 무스 | 품목보고번호 | 20200614037867 |
| 규격단계 | 3단계 | 제품용량 | 150g |
| 제품사진 | | | |
| | <제품 전면> | <제품 표시사항> | <제품 내용물> |

5. 평가결과

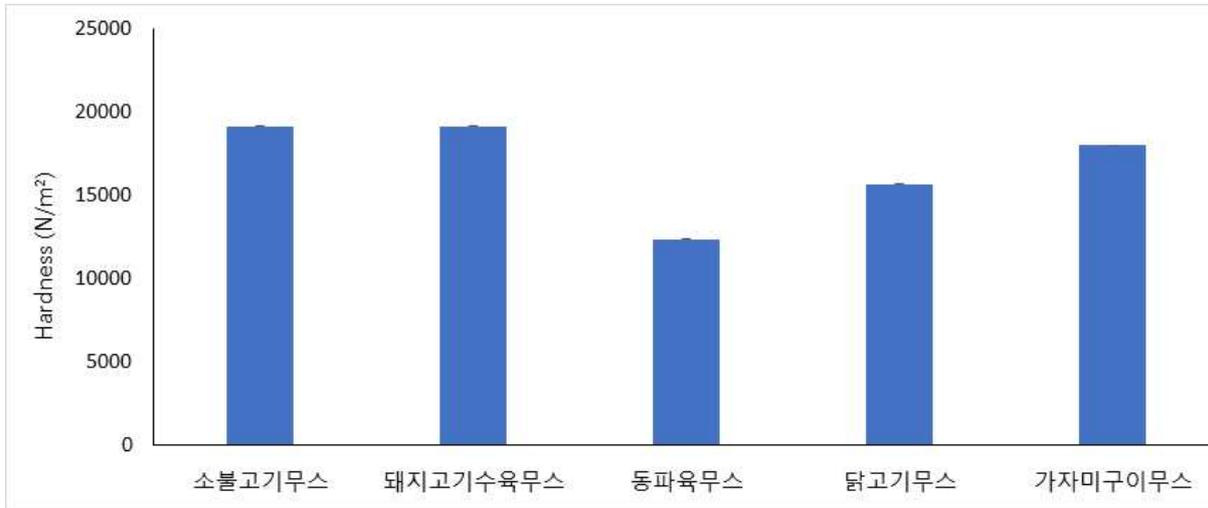
| | |
|--------------------|-------|
| 섭취 안전성(M±SD) | 종합 결과 |
| 적합 (4.65 ± 0.06) | 적합 |

| | | | |
|------|----------|-----------|----------------|
| 제품명 | 가자미구이 무스 | 품목보고번호 | 20200614037865 |
| 규격단계 | 3단계 | 제품용량 | 150g |
| 제품사진 | | | |
| | <제품 전면> | <제품 표시사항> | <제품 내용물> |

5. 평가결과

| | |
|--------------------|-------|
| 섭취 안전성(M±SD) | 종합 결과 |
| 적합 (4.56 ± 0.10) | 적합 |

<대량생산공정 적용 제품의 섭취안전성 결과>



<대량생산공정 적용 제품의 물성분석결과>

[3차년도] 소재 조합을 통한 제품의 영양강화 및 고령친화식품 상품화

○ 완제품의 물성, 영양분석을 통한 제품의 품질개선

- 완제품의 영양성분 및 물성분석

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 101.11 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 428.06 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 5.01 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.19 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.51 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.07 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.15 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 17.95 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 12.37 |

[원장맥적구이무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 81.42 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 383.62 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 8.02 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 5.77 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.42 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.40 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 18.13 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 9.14 |

[간장찜닭무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 66.66 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 551.51 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.59 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 5.66 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.90 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.27 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 9.46 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 6.15 |

[간장생선조림무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 64.74 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 261.10 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 6.51 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 1.45 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.90 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.68 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 7.41 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 3.15 |

[관자새우크림무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 74.82 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 389.02 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.56 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 3.13 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.18 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.02 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.76 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 2.67 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 3.99 |

[짜장무스]

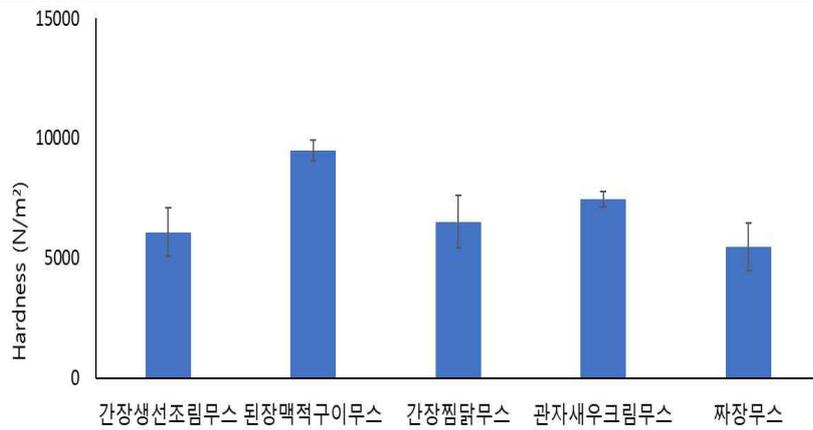
<분지아미노산 첨가 완제품의 영양성분 분석 결과>

표 1 — 고령친화식품의 품질 기준

| 구분 | 기준 | | |
|---|--|-----------------------|------------|
| | 1단계(치아 섭취) | 2단계(잇몸 섭취) | 3단계(혀로 섭취) |
| 상상 | 고유의 색택과 향미를 채정기준에 따라 재결한 결과 평균 3.5점 이상이어야 하며, 2점 이하의 항목이 없어야 한다. | | |
| 경도 ^{a)} (N/m ²) | 500 000 이하 ~ 50 000 초과 | 50 000 이하 ~ 20 000 초과 | 20 000 이하 |
| 점도 ^{b)} (mPa·s) | — | — | 1 500 이상 |
| 영양 성분 ^{c)} | 단백질 | 6 g/100 g 이상 | |
| | 비타민 A | 70 µg RAE/100 g 이상 | |
| | 비타민 C | 10 mg/100 g 이상 | |
| | 비타민 D | 1.5 µg/100 g 이상 | |
| | 리보플라빈 | 0.14 mg/100 g 이상 | |
| | 니아신 | 1.4 mg NE/100 g 이상 | |
| | 칼슘 | 80 mg/100 g 이상 | |
| | 칼륨 | 0.35 g/100 g 이상 | |
| 식이섬유 | 2.5 g/100 g 이상 | | |
| ^{a)} 단일 원재료가 아닌 경우, 경도가 가장 높은 원재료를 기준으로 하여 적용한다. 단, 씹지 않고 그대로 삼켜 섭취하는 정제, 캡슐, 환, 과립, 액상, 분말 형태의 제품은 해당 기준을 적용하지 아니한다. ^{b)} 점도 측정이 불가능한 제품(예: 젤리, 두부 등), 경관급식 제품 및 국·찌개 등의 국물의 경우, 해당 기준을 적용하지 아니하며, LV형 점도계로 측정 가능한 상한값을 벗어나는 제품은 기준에 적합한 것으로 한다. ^{c)} 각주 ^{a)} 의 단서 중 정제, 캡슐, 환, 과립 및 분말 형태의 제품의 경우에는 이와 혼합 또는 함께 섭취하는 용도의 유동성 식품에 대하여 해당 기준을 적용하여야 한다. 이 경우 점도조절제, 유동성 식품 등은 제품에 혼합하거나 별도로 동봉하여야 하고, 제품에 혼합된 경우에는 최종 섭취 시의 형태에 해당 기준을 적용한다. ^{d)} 영양성분 중 1개 이상의 항목을 충족하여야 한다. 단, 1회 섭취 열량이 500 kcal 이상인 제품(단, 특수용도식품 및 즉석섭취·편의식품류에 한함) 및 각주 ^{a)} 에서 점도 기준을 적용하지 않는 제품은 3개 이상의 항목을 충족하여야 한다. ^{e)} 건강기능식품은 해당 기준을 적용하지 아니할 수 있다. | | | |

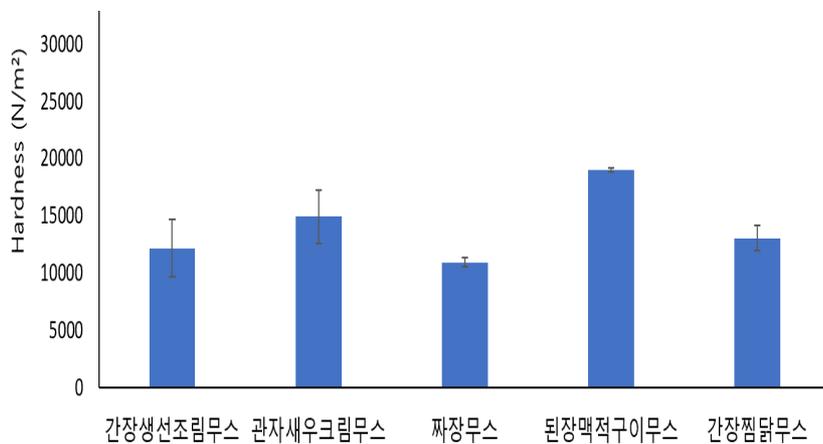
<한국산업표준 고령친화식품의 품질 기준 발췌>

- 한국산업표준(KS)인증 고령친화식품 품질기준의 영양성분 기준에 의하면 단백질 외 8종의 영양성분 중 1가지 이상의 영양성분 기준치 이상이 함유되어야 함. 해당 제품은 근감소증 타겟의 단백질 불균형 고령인들을 위한 제품으로서 단백질 성분이 중요함.
- 완제품의 영양성분 분석 결과 제품100g당 단백질 함량은 된장맥적구이무스 12.37g, 간장찜닭무스 9.14g, 간장생선조림무스 6.15g, 관자새우크림무스 3.15g, 짜장무스 3.93g으로 총 5가지 제품 중 3가지 제품에 대해 단백질 기준치를 충족하였으며, 관자새우크림무스와 짜장무스 제품은 추가 단백질 개선조치를 하였음.
- 관자새우크림무스는 사용하는 단백질 원재료인 새우살과 우유의 배합을 각각 기준대비 7%, 3% 향상하였으며, 고단백원인 분리대두단백을 1.5%, 저분자 분지아미노산 함량을 3%향상시켰음. 그 결과 100g당 6g 단백질 함량을 충족함.
- 짜장무스는 단백질 원재료 돼지고기 등심을 5%향상, 분리대두단백을 1.5%향상, 저분자 분지아미노산을 2%향상 시켰으며, 그 결과 단백질 함량이 6g/100g 측정되어 기준치 충족됨.



<제품 5종 물성측정 결과 그래프>

· 제품의 2년차 수행결과 물성분석 결과로는 위 그래프와 같으며, 고령친화식품 기준 허용 섭취 가능한 3단계에 해당하는 경도 값인 20,000N/m² 이하에 해당함. 하지만 제품의 냉동유통 시의 안정성을 확보하기 위해 경도 강화 테스트 진행함.



<물성강화한 제품 5종 물성측정 결과 그래프>

· 물성 경도는 단백질 배합량 조절 이후 물성소재 함량을 조절하여 물성 강도를 높임. 그 결과 위 그래프와 같이 모든 제품의 경도가 10,000N/m² 이상 20,000N/m² 이하였음. 결과적으로 물성의 강도를 높여 완제품의 유통·보관 중의 안정성을 높일 수 있었음.

- 가열조리, 냉동 등 온도변화에 따른 제품 내 성상유지 확인 및 개선 진행

· 냉동 유통되며 가열하여 섭취하는 즉석조리식품에 해당하는 완제품의 성상유지정도와 유통 중의 냉해동 조건에서의 제품의 성상과 물성을 확인하였음.



대조구

[간장생선조림무스 사진]



실험구1

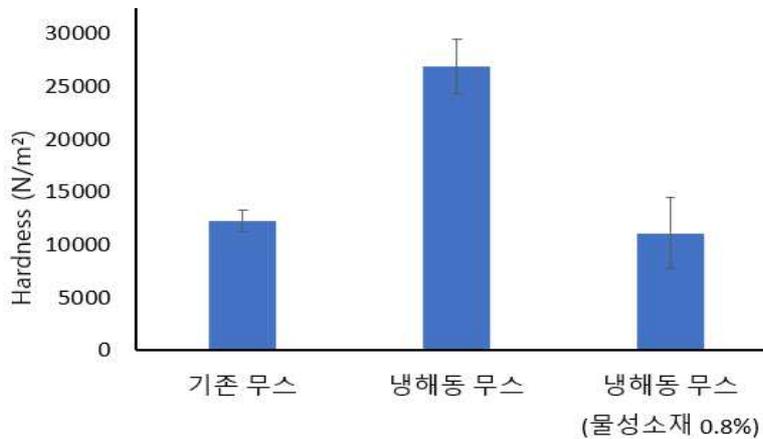
[냉해동된 간장생선조림무스 사진]



실험구2

[물성소재 0.8% 함유 간장생선조림무스 사진]

<제품 특성에 따른 냉해동 테스트 제품 사진>



<냉해동 테스트시 무스 물성분석 측정 결과 그래프>

- 대조구로 설정한 기존 냉동 보관된 제품의 성상은 약간의 이수가 발생하였으며, 이수로 인한 경도(Hardness)는 12,172N/m² 으로 높은 값을 나타내었음.
- 냉해동 조건에서의 실험구 제품은 해동되는 과정에서 아래 사진과 같은 이수현상이 산발적으로 발생하여 제품 개봉 과정에서 수분 분리가 발생함. 물성정도는 Hardness가 266,777N/m² 이기 때문에 기존 제품에 대하여 냉해동이 반복되는 유통과정에서 이수현상이 심해져 경도가 강해지는 것을 확인함.
- 유통되는 제품의 냉해동안정성을 부여하기 위해 기존제품 대비 연구수행결과물의 물성소재를 첨가하여 제품 배합을 진행함. 물성소재 배합율은 기존 물성 소재 대비 최소 50~60% 대체 시에도 적합한 물성을 나타냄.
- 신규 물성소재를 적용한 제품을 냉해동 보관한 조건에서의 이수율은 기존 제품 대비 현저히 낮은 11,046N/m² 물성값을 가지며, 이수가 발생하지 않아 무른 경도를 나타냄.
- 따라서 냉동유통 중에 발생하는 이수현상을 방지하기 위해 해당 과제 연구수행 결과물의 물성소재를 활용하여 냉해동 안정성을 높이는 개선방안을 제시함.

- 경시변화를 통한 영양성분의 유지, 감소수준 파악

· 시간 경과에 따른 영양성분 함량의 변화 여부와 그 정도를 확인하여 제품의 영양학적 품질 안전성을 확인하고자 함. 제조 후 유통·보관 조건인 냉동 상태에서 약 10개월이 경과된 시료를 동일 분석 방법으로 분석한 수치와 제조 초기의 분석치를 비교하였으며, 결과는 다음과 같음.

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 92.59 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 461.12 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 5.63 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 2.99 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.67 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.02 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.09 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 23.77 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 11.51 |

[된장맥적구이무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 82.16 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 384.36 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 9.28 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 5.33 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.20 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.28 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 17.28 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 8.56 |

[간장찜닭무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 67.90 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 549.71 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 8.65 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 4.61 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 1.14 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 불검출 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.22 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 10.29 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 5.76 |

[간장생선조림무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 60.64 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 249.77 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.38 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 1.14 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 2.24 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.05 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 1.69 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 8.32 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 2.74 |

[관자새우크림무스]

| 시험 항목 | 시험 기준 | 시험 결과 |
|----------------|-------|--------|
| 열량(kcal/100g) | 기준없음 | 72.61 |
| 나트륨(mg/100g) | 기준없음 | 283.64 |
| 탄수화물(g/100g) | 기준없음 | 7.70 |
| 당류(g/100g) | 기준없음 | 2.23 |
| 조지방(g/100g) | 기준없음 | 3.09 |
| 트랜스지방(g/100g) | 기준없음 | 0.02 |
| 포화지방(g/100g) | 기준없음 | 0.79 |
| 콜레스테롤(mg/100g) | 기준없음 | 3.32 |
| 단백질(g/100g) | 기준없음 | 3.50 |

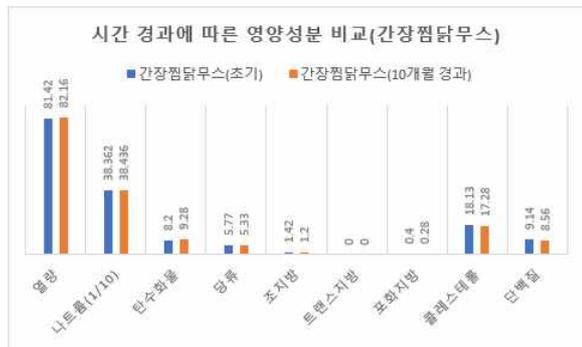
[짜장무스]

<분지아미노산 첨가 제품의 영양성분분석결과(냉동 10개월 경과)>

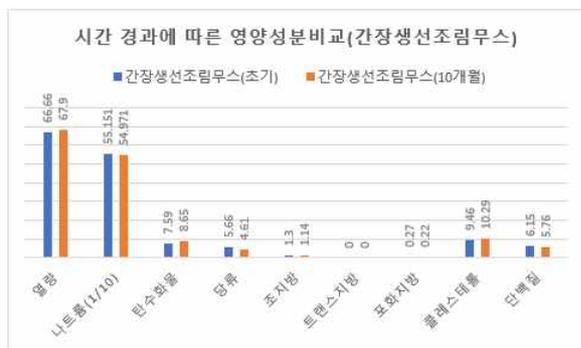
· 이를 제조 직후 영양성분 분석치과 비교하면 다음과 같으며, 분석오차 등을 감안하였을 때 영양성분 섭취에 영향을 줄 정도의 차이를 보이지 않는다고 볼 수 있음. 따라서 유통·보관 조건인 냉동 상태에서 영양성분의 소실 없이 안정적으로 영양성분 섭취가 가능할 것으로 예상됨.



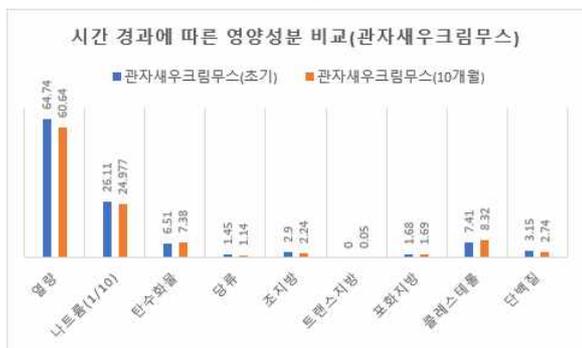
[된장맥적구이무스]



[간장찜닭무스]



[간장생선조림무스]



[관자새우크림무스]



[짜장무스]

<시간 경과에 따른 영양성분 비교>

○ 소비자 대상 실증연구를 통한 고령친화식품 상품성 확인

- 주찬, 부찬, 디저트용 연하식 제품출시 및 상품화

1. 소비자 대상 상품성 확인 및 제품설계

- 환자가 아닌 일반인의 제품에 대한 기호도를 확인하여 고령친화식품에 대한 본 성과물의 시장 가능성을 확인하고자 계층별 제품의 종합 기호도 평가를 진행함.
- 고령친화식품 추가 상품화함에 있어 기존제품의 2분류의 소비자 계층의 종합 기호도 평가를 진행함. 그 결과 아래 표와 같음.

<이지밸런스 무스식의 종합 기호도 평가 결과>

| 메뉴 | 20~30대 | 50~60대 |
|----------|--------|--------|
| 간장찜닭무스 | 6.22 | 6.66 |
| 된장맥적구이무스 | 4.38 | 5.16 |
| 짜장무스 | 5.97 | 5.97 |
| 관자새우크림무스 | 4.78 | 5.78 |

*9점 척도, 5점은 보통임.

- 위 표의 이지밸런스 무스 제품의 소비 계층에 따른 종합 기호도 평가 결과 50~60대에서 전체적인 기호도 결과는 보통이상이며 간장찜닭의 기호도가 가장 높았으며, 20~30대에서의 기호도 결과는 고령층에 비해 기호도가 전반적으로 낮지만 보통 수준이었으며, 된장맥적구이의 경우 외관상의 기호도 결과가 좋지 않았으며, 관자새우크림무스의 경우 해산물의 향미로 인한 기호도가 낮았음. 전체적인 물성의 특징으로는 높은 물성의 강도를 선호하였음.

- 고령친화식품에 대한 선호도를 파악함에 있어 고령인들의 선호도와 더불어 젊은 소비자층의 메뉴 선호도 및 선호특성을 파악하여 물성강도가 강한(1단계, 2단계) 제품화에 대한 필요성과 원물에 대한 이취 마스킹의 수준 필요성을 확인하여, 제품개발에 이러한 특성을 적용하여 제품출시 및 상품화 설계함.

2. 주찬 및 부찬 연하식 제품출시 및 상품화

- 고령친화식품 중 연하교란 환자를 위한 연하식은 부착성이 없도록 물성을 조절하여 제조된 식품임. 연하교란 환자들의 섭취장애로 인한 단백질섭취 불균형을 방지하기 위한 균형있는 영양학적 식단을 구성하기 위해 해당 연하식의 제품을 해당과제의 연구수행 결과물인 분지아미노산소재를 활용하여 주찬, 부찬, 디저트용으로 분류하여 제품개발을 실시함.

- 주찬으로는 해당 과제 1차 년도 수행결과 소불고기무스, 돼지고기수육무스, 동파육무스, 가자미무스, 닭고기무스 총 5종의 상품화를 진행하였으며, 2차 년도 수행결과 된장맥적구이무스, 간장찜닭무스, 간장생선조림무스, 짜장무스 총 4종의 제품을 개발함. 전체 연구수행 결과 주찬 메뉴 9종이 상품화 및 제품개발 완료함.

· 부찬으로는 1차 년도 수행결과 고추잡채를 상품화 하였으며, 2차 년도에 관자새우크림무스를 개발 완료하였음.

· 실제 병원사업장의 균형 있는 영양식단을 참고하였을 때, 채소에 대한 부찬 메뉴의 부재를 파악하여, 채소 중심의 메뉴개발을 진행함. 식단에 많이 사용되는 원물로는 쥬키니호박, 토마토, 가지 등이 부찬 메뉴로 많이 활용되며, 해당 원재료를 활용하여 야채스튜무스 제품개발을 진행함. 제품 개발 시, 해당 연구수행 결과물인 분지아미노산 소재와 물성소재를 활용하였으며, 분지아미노산의 미관상의 색상과 관능적인 발효취를 마스킹하기 위해 치즈풍미가 베이스 되는 메뉴를 구상하였음.



[야채스튜무스 테스트 사진]



[야채스튜무스 성상 사진]



[야채스튜무스 제품 사진]

3. 디저트용 연하식 제품출시 및 상품화

· 주 섭취대상인 고령자의 섭취 용이성과 품목 기호도를 반영하여 젤리와 양갱을 개발품목으로 선정함. 시중 판매되는 젤리는 설탕류와 한천을, 양갱은 팔랑금, 설탕, 한천, 전분류 등을 섞어 가운처리 한 후 틀이나 몰드에 넣고 굳혀 만든 음식임. 볼륨감이 큰 건더기가 없고 고운 입자의 원재료로 구성되어 있어 저작이 어려운 고령 대상자에 적합한 디저트와 간식이라 할 수 있음.

· 디저트는 식후에 먹는 음식이기 때문에 맛강도가 강하지 않고 가볍게 섭취할 수 있는 플레이버와 제형이 될 수 있도록 배합비를 개발함. 시중에 판매 중인 마시는 젤리류와 양갱의 맛 구성을 참고하여 젤리는 복숭아맛과 청포도맛, 그리고 식후 커피 음용을 선호하는 행태를 반영하여 커피맛을 개발 품목을 선정하였고, 양갱은 녹차와 커피 그리고 초코를 플레이버로 선정함.

<젤리 개발>

· 젤리 배합물의 대량생산 공정 안정성을 사전 검토하기 위하여 분지아미노산 소재와 물성 소재 적용에 앞서 공정 설계 타당성 확인 시험생산을 수행함. 냉장유통 제품으로써 제품의 안전성을 판단하기 위해 레토르트 테스트도 수행함. 결과적으로 대량생산 공정 중 문제점이 발생하지 않았으며, 시제품도 실험실규모의 샘플과 차이 없이 완성되어 대량 공정 설계에 문제가 없음을 확인하였음.

· 제품의 안전성을 파악하기 위해 스파우트 파우치 용기 살균 공정 테스트 수행함. 냉장보관 6개월 소비기한 테스트 제품 사진은 아래 표와 같음. 아래 사진은 냉장보관 3개월 경과 후 사진 결과임. 테스트 결과 열수 살균 대비 레토르트 살균 공정 진행 시 제품의 겔 형성능이 좋아 겔의 표면이 매끈하였고, 열수 살균의 경우 냉장 3개월 경과 시 곰팡이가 발견되어 최종 대량생산 공정 설계 시 미생물적 안정성을 위하여 레토르트 살균 공정으로 설계함.

<젤리 3종 살균 공정 테스트 제품 사진>

| 제품명 | 용기 레토르트 살균 | 스파우트 열수 살균 | 스파우트 레토르트 살균 |
|--------|---|--|---|
| 청포도 젤리 |  |  |  |
| 복숭아 젤리 |  |  |  |
| 커피 젤리 |  |  |  |

· 젤리의 경우 겔의 특성에 따라 기도로 넘어가는 위험도가 있기 때문에 젤리 물성소재의 함량 설정이 제품 배합비 개발에 중요함. 물성소재의 함량을 0.5~1.0% 적용 테스트 한 결과 0.7% 이하를 적용하였을 때 경도와 점도에서 고령친화식품 기준에 충족하여 0.7%로 최종 설정함. 분지아미노산의 쿼터너리 관능 특성은 다량 사용 시 젤리의 상큼하고 가벼운 맛과 상충하여 제품의 기호도가 저하됨. 분지아미노산 함량을 1~5% 적용 테스트 결과, 2% 적용 시 완제품의 품미 기호도가 떨어지지 않으면서 분지아미노산을 최대로 함유할 수 있어 2%로 분지아미노산 함량 최종 확정함.



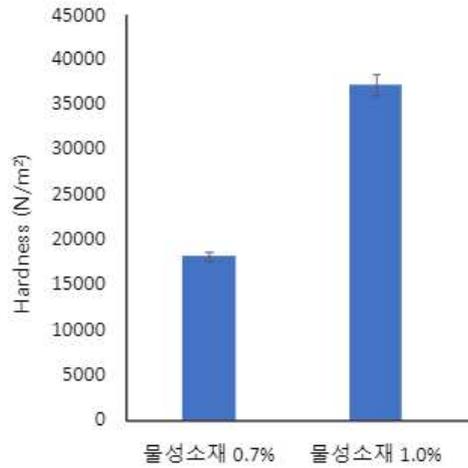
[실험구1]
물성소재 0.7%



[실험구2]
물성소재 1%

<젤리 배합비 개선 테스트 시료 사진>

· 제품의 물성강도를 설정함에 있어 연구결과 수행물인 물성소재 0.5~1.0%함량을 적용하여 비교하였음. 그 결과 물성소재 0.7%를 함유하였을 때, 고령친화식품 물성강도 3단계에 적합한 물성의 경도를 가졌음. 물성강도에 대한 분석 결과는 아래 그래프와 같음.



<젤리 내 물성소재 함량에 따른 물성 분석 결과>

· 당 성분이 많은 젤리의 영양성분 특징은 혈당 관련 질환을 가진 고령자에게 부정적으로 작용할 수 있으므로, 당알코올을 포함한 대체 당류를 적용하여 당류 섭취를 최소화 하였음. 더불어 활동량이 적어 배변 장애를 겪는 애로사항을 해소하기 위하여 식이섬유를 첨가하여 영양학적으로 보완하고자 함. 또한 영양성분 설계 시 고령친화식품 영양성분 기준치인 단백질 6g/100g 충족하여 설계함.

· 제품의 포장형태로는 스파우트 파우치 형태의 마시는 젤리는 빨아서 마시는 섭취 방법으로 인하여 기도로 음식물이 넘어갈 수 있어 연하장애가 있는 고령자에게 적합하지 않은 포장형태라고 판단되어, 스틱형 포장형태로 변경하여 개발함.



[스파우트 파우치]



[레토르트 사각 용기]



[원형 및 스틱 파우치]

<젤리 제품의 포장 테스트 사진>

<양갱 개발>

· 양갱은 앙금을 주원재료로 사용하는 식품으로 시중에 판매되는 제품은 단단한 물성으로 연하가 어려운 고령인들이 섭취하기 어려운 경도를 가짐. 또한 분지아미노산의 진한 단백취를 마스킹하기 위한 플레이버를 선택하기 위해 양갱 디저트의 녹차, 초코, 커피 플레이버의 제품 개발을 수행함. 양갱 특성상 탄수화물 함량이 높기 때문에 단백질 원료를 보충하여 제품 개발 진행함.



[원료 투입]



[분쇄]



[원료]



[가열]



[충진]



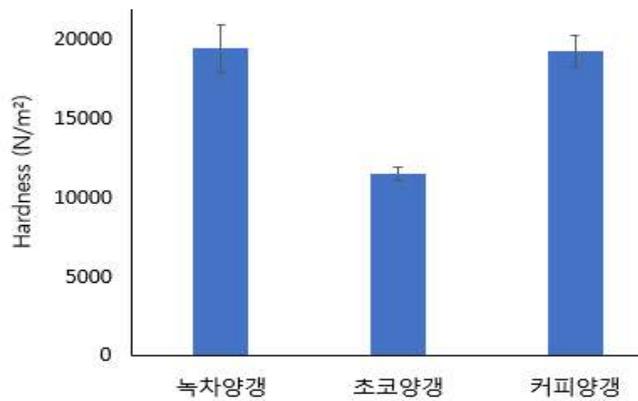
[레토르트 살균]

<양갱 대량생산 주요 공정>

· 양갱의 배합비 및 대량생산 공정을 설계하여 시험제작테스트를 하였으며, 관능적각 제품의 경도 특성 파악 시 고령친화식품 기준 3단계 혀로 섭취 가능한 20,000N/m² 이하 경도를 나타냈음. 따라서 시중 양갱이 가지는 단단한 물성의 단점을 극복하여 생산함.

<양갱 3종의 제품 이미지와 물성측정 값>

| 품목 | 제품 사진 | 제품 성상 사진 | 경도(N/m ²) |
|--------|--|---|-----------------------|
| 초코양갱무스 |  |  | 11,477 |
| 녹차양갱무스 |  |  | 19,396 |
| 커피양갱무스 |  |  | 19,210 |



<양갱 3종의 물성분석 결과 그래프>

<단호박 포리지 개발>

· 고령친화식품 특성 상 한정된 플레이버와 제품 성상으로 인해 다양한 소비자 계층에서의 선호도를 파악할 필요가 있음. 따라서 무스 제품의 다양한 소비계층의 기호도를 파악하였음.

· 다양한 소비자 계층의 이지밸런스 무스 제품의 선호도를 파악해본 결과 전체적인 선호도는 있으나, 20~40대의 선호도가 낮은편 임. 하지만 50~70대의 선호도는 높으며, 젊은 계층의 부모님을 위한 소비의 선호도는 높은편임. 따라서 고령인들의 입맛과 더불어 젊은 소비자 계층의 선호도가 높은 제품개발의 필요성이 확인됨.

· 젊은 층의 식품 소비습관으로는 간편 편의식에 대한 수요가 높으며, 그 중 상온보관이 용이한 식품에 대한 니즈가 증가하고 있음.

· 단호박 포리지는 이런 니즈를 충족시키며, 다양한 소비층의 선호도를 가지는 플레이버로 선택하였음. 선식 형태이지만 따뜻한 물과 혼합하여 섭취 시 따뜻한 한끼를 먹은 듯한 제품으로 고령인들에게도 선호도가 있는 스프형태의 제품으로 개발 수행함.

· 한끼대용의 식단과 더불어 디저트의 식단으로 섭취가 가능하기 때문에 영양성분은 한끼 기준의 보충식단 수준의 영양설계를 수행함. 단백질 함량은 12g으로 단백질 고함량 표시가능 수치임. 또한 물성분석 시, 점도 2,500mPa·s 수준으로 고령친화식품 물성기준에 적합함.



[단호박포리지 분말 형태]



[단호박포리지 물과 혼합된 형태]

<소프트쿠키 개발>

· 단호박 포리지의 경우 물과 혼합하여 섭취하여야 하지만, 바로 섭취가 가능한 또 다른 간편편의 식으로 소프트 쿠키를 개발하였음. 쿠키의 특성상 당함량이 높은 편이고, 단백질 함량이 매우 낮은 편이지만, 이점을 고려하여 영양설계를 진행함.



[소프트 쿠키 제품 사진]

· 소프트 쿠키 영양설계를 위해 분지아미노산 소재 및 ISP, WPI를 활용하였음. 단백질함량은 6g/100g으로 고령친화식품 영양기준에 해당됨. 제품의 특성상 부드러운 경도 및 마우스필을 위해 유지를 사용하였으며, 그로 인해 고령인들에게 부족한 열량을 섭취할 수 있음.

· 또한 물성분석 결과로는 236,554N/m² 으로 고령친화식품 물성 기준 1단계에 해당하며 치아 섭취가능한 물성임. 따라서 치아섭취가 가능한 고령인 대상의 식단에 활용하였음. 물성적 측면으로는 다양한 소재를 접목한 부드러운 식감에 대한 연구가 추가적으로 진행될 예정임.

- 주찬, 부찬, 디저트 제품을 대상으로 병원/자택 내 식단차림안 마련

1. 병원형 식단차림안 마련

· 위탁기관인 일산복음재활병원에서의 식단구조를 보았을 때, 실제 고령환자 대상 식단은 크게 세 가지로 구성됨. 일반식, 다점식, 갈찬식으로 분류되며 해당 식단에 따른 기준은 저작 및 연하능력에 따라 분류됨.

· 따라서 위 과제로 개발 및 제품 출시된 제품 및 제품의 경도를 나열하여 해당 식단 구분별로 식단을 구성하였음.

<식단구성에 따른 개발 및 출시제품 의 물리학적 특성>

| 메뉴 분류 | 고령친화식 메뉴 | 경도(N/m ²) | 고령친화식품 물성 단계 |
|-------------|----------|-----------------------|----------------|
| 주찬 (9종) | 소불고기무스 | 19,129 | 3단계 (혀로 섭취) |
| | 돼지고기수육무스 | 16,126 | |
| | 동파육무스 | 12,353 | |
| | 닭고기무스 | 15,682 | |
| | 가자미구이무스 | 18,002 | |
| | 간장생선조림무스 | 12,172 | |
| | 된장맥적구이무스 | 18,992 | |
| | 간장찜닭무스 | 13,040 | |
| | 짜장무스 | 10,942 | |
| 부찬 (3종) | 고추잡채무스 | 15,983 | 2단계 (잇몸 섭취) |
| | 관자새우크림무스 | 14,916 | |
| | 야채스튜무스 | 16,955 | |
| 디저트 (8종) | 청포도젤리 | 25,356 | 2단계 (잇몸 섭취) |
| | 복숭아젤리 | 23,753 | |
| | 커피젤리 | 21,221 | |
| | 초코양갱 | 11,477 | 3단계 (혀로 섭취) |
| | 녹차양갱 | 19,396 | |
| | 커피양갱 | 19,210 | |
| | 단호박포리지 | 15,246 | |
| | 소프트쿠키 | 236,554 | |

<섭취강도에 따른 병원형 식단차림안>

| 메뉴 분류 | 고령친화식품 물성강도 단계 | | | |
|----------|----------------|---------------|---------------|--------|
| | 1단계 (치아섭취) | 2단계 (잇몸섭취) | 3단계 (혀로섭취) | |
| 병원 식단 분류 | 일반식 | 다집식 | 갈찬식 | |
| 메뉴구성안 | 주찬 | 소불고기무스 | 닭고기무스 | 가자미무스 |
| | 부찬 | 고추잡채무스 | 관자새우크림무스 | 야채스튜무스 |
| | 디저트 | 소프트 쿠키 | 복숭아 젤리 | 커피양갱 |

· 메뉴구성안은 해당 제품의 고령친화식품 물성 규격에 알맞은 섭취강도에 따라 구성하였으며, 섭취강도에 따른 병원식단 분류에 따라 일반식은 1단계 강도(500,000~55,000N/m²), 다집식은 2단계 강도(50,000~22,000N/m²), 갈찬식은 3단계 강도(20,000N/m²)의 제품으로 식단을 구성하였음. 하지만 환자대상의 식단이기에 때문에 주찬과 부찬은 혀로 섭취 가능한 강도의 제품으로 식단을 구성함.

· 섭취강도 1단계에 해당하는 치아섭취가 가능한 고령인 대상의 식단으로는 주찬으로는 소불고기무스, 부찬으로 고추잡채무스, 디저트로 소프트쿠키를 구성하였음. 치아섭취가 가능한 고령인이므로 상대적인 경도가 높은 디저트류로 구성하였으며, 제품에 단백질 기인 원료 중 경도가 높은 소불고기 무스를 주찬으로 구성하였음.

· 섭취강도 2단계에 해당하는 잇몸섭취가 가능한 고령인 대상의 식단으로 주찬은 닭고기무스, 부찬으로는 관자새우크림무스, 디저트로는 잇몸섭취 대상 경도를 가진 복숭아젤리로 구성하였음. 주찬의 구성으로는 기안하는 단백질 원료가 소고기에 비해 상대적으로 경도가 낮은 닭고기를 활용한 메뉴로 구성하였으며, 부찬으로는 해산물을 활용한 메뉴로 구성하여 다양한 단백질원 섭취를 구상하여 제안함.

· 섭취강도 3단계에 해당하는 혀로섭취가 가능한 고령인 대상의 식단은 주찬으로 가자미무스, 부찬으로 야채스튜무스, 디저트로 커피양갱을 구성하였음. 모든 메뉴를 혀로 으깨어 섭취할 수 있는 제품으로 구성하였으며, 야채스튜무스를 부찬으로 하여 야채 메뉴를 활용하였지만 단백질소재를 첨가한 제품을 활용하여 영양불균형을 방지함. 주찬으로는 가장 경도가 낮은 해산물 단백질원을 활용한 메뉴를 구성하였음.

2. 자택형 식단차림안 마련

· 자택에서의 식단은 신세계푸드에서 개발한 고령친화식품 및 간편조리 가능한 메뉴로 구성하였으며, 간편조리 시에는 협동기관인 경기대에서 개발한 고영양밀도 단백질소재와 세종대에서 개발한 연하곤란자를 위한 물성조절 소재를 활용하여 식단의 조리방법을 구성하였음.

· 한양대에서 2년차에 연구 수행 결과물인 식단차림안을 참고하여 신세계푸드의 3차년도 성과 결과물인 디저트, 간식류와 개발 진행 중인 부찬 제품, 간식 등을 추가하고 영양 섭취 정도 고려하여 재구성하여, 식사를 통해 섭취하는 단백질과 분지아미노산의 양을 늘릴 수 있음.

· 병원은 환자들의 저작 가능 수준에 따라 일반식, 다즙식, 갈찬식으로 구분하여 식사를 제공할 수 있음.

· 자택 내 식단은 식사 준비 환경에 대해 제어하기 어려운 점알 감안하여 본 연구개발과제의 연구 성과물(개발 진행 사항 포함)과 한국식품산업클러스터진흥원 고령친화산업지원센터에서 지정한 고령친화우수식품, 그리고 해당 제품들의 원재료 변경을 통해 확장 가능한 메뉴 등을 식단차림안으로 구성함.

<자택형 식단차림안>

| | 월 | 화 | 수 | 목 | 금 | 토 | 일 |
|----|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| 조식 | 포리지 계란찜 | 전복미역죽 소고기장조림 | 흑임자죽 오믈렛 | 타락죽 새우구이 | 삼계죽 감자볶음 연양식물고기 | 흑임자그래 놀라 계란말이 | 닭고기야채 죽 임연수구이 |
| 중식 | 된장찌개 소불고기무스 쥬키니호박 볶음 | 어묵국 동파육무스 마늘쫀볶음 도토리묵 | 미역국 닭고기무스 고구마샐러드 | 호박국 간장찜닭무스 마파두부비 빔소스 | 소고기뭇국 가자미구이 에그샐러드 | 오이냉국 한우야채죽 간장돼지불 고기 고추잡채무스 | 설렁탕 돼지고기수 육 해물동그랑 땡조림 |
| 석식 | 황대국 치킨거리무스 고기완자 단호박샐러드 | 닭곰탕 야채스튜무스 감자고기찜 만두 | 맑은대구탕 간장선생조림무스 무장아찌 | 가쓰오장국 닭야채죽 오징어젓 고등어김치 찜 | 배추된장국 된장맥적구 이무스 김치비빔소스 | 계란국 짜장무스 미트볼 | 콩나물국 고추장제육 불고기 관자새우크림무스 |
| 간식 | 복숭아젤리 | 커피양갱 | 녹차양갱 | 청포도젤리 | 커피맛푸딩 | 초코양갱 | 커피젤리 |

- 식단제공을 통한 제품의 안전성 및 효율성 평가(위탁기관 협업)

1. 제품의 안전성 평가

· 이지밸런스 무스식 제품은 연하곤란 환자를 대상으로한 고령친화식품으로서, 연하작용을 용이하게 하기 위하여 부착성의 정도가 제품의 안전한 섭취를 위한 중요한 지표로 작용함. 따라서 해당

제품의 부착성을 파악하여 제품의 안전성에 대한 평가를 진행하였음.

· 제품과 테스트 비교대상으로는 실제 병원사업장에서의 고령 환자 대상의 식단 메뉴를 참고하여 환자 식단메뉴인 갈찬식 소불고기와 이지밸런스 소불고기무스의 부착성을 비교하였음. 부착성 평가 테스트 방법으로는 사용성평가 이외 간이로 수치를 확인하고자 실험을 설계하였으며, 특정 경사 실험대에서 각 시료를 위치하여 1분뒤 이동거리를 측정하여 상대적인 부착성을 평가하였음. 아래 사진과 같이 경사진 곳에서 각 메뉴를 1분간 흘려보냈을 때에 식단 메뉴인 갈찬식 소불고기의 경우 4cm이동하였고, 이지밸런스 소불고기무스의 경우 테스트 식판의 45cm 이동하였음.

· 위 테스트는 실제 목넘김 유사상황을 모사하여 설계하였으며, 한양대에서 실시한 실제 환자대상의 사용성 평가 9점 척도 관능평가 결과 부착성에 대한 기호도가 7점 이상의 높은 점수로 연하장애 환자들에게 섭취 가능한 수준으로 판단되었으며, 위 경사도 테스트의 결과와 동일하여 내부 테스트 방법으로 적용하였음.

· 아래 사진에서와 같이 부착성 테스트 결과 무스제품의 실제 섭취 시 부착성이 적어 연하작용이 쉬운 특성을 확인하여 제품의 섭취 안전성을 확인 할 수 있었음.



<무스 및 병원식단 메뉴 부착성 테스트 사진>

2. 제품의 효율성 평가

· 고령친화식품에 해당하는 개발 제품의 효율성을 평가하기 위해서는 실제 병원에서 제공하는 고령 환자식단 준비시간 측면의 제품의 효율성을 평가하기 위해서 병원사업장에서의 식단제공 소요시간 테스트를 진행하였음.

<무스 및 병원 식단의 조리 효율성 평가>

| 순서 | 이지밸런스 | | 병원 식단 | |
|----|---------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
| | 조리방법 | 시간 | 조리방법 | 시간 |
| 1 | 냉장해동 (무스150g*5ea) | 24시간 | 불고기용 냉동 소고기 냉장해동 (150g*5=750g) | 24시간 |
| 2 | 끓는물 중탕가열조리 (페이스트 형태) | 20분 | 야채 세척 | 30분 |
| 3 | 차가운물 냉각 (내부온도 30℃~40℃) | 10분 | 야채 절단 | 30분 |
| 4 | 껍질 제거 및 제공 | 5분 | 양념 계량 | 10분 |
| 5 | | | 가열 조리 | 30분 |
| 6 | | | 믹서기 분쇄 | 20분 |
| 7 | | | 제공 | 10분 |
| 합계 | | 24시간 35분 | | 26시간 10분 |

· 식단의 조리 효율성 평가는 5인분 단량의 조리를 기준으로 조리시간을 확인하였으며, 위 표와 같이 무스 제품 및 사업자 제공 식단 메뉴의 조리시간 분석 결과 병원 식단메뉴인 소불고기 메뉴 조리 시간대비 무스 식을 사용하여 식단 준비 시 약 2시간25분가량 차이가 나는 것을 확인함. 따라서 일반 식단 메뉴 조리대비 이지밸런스 연하식 제품을 활용하여 식단 제공시 2시간 이상 단축하

여 제품의 효율성을 확인하였음.

· 조리시간 테스트 진행 시 조리시간 효율성을 평가함과 동시에 식단을 구성하였을 때에 효율적인 부분으로는 재료의 폐기율이 적으며, 준비하는 인원의 수가 적어 인건비 절감의 효과와 더불어 조리시 발생하는 영양성분의 편차를 줄일 수 있었음.

[제1협동연구기관 : 경기대학교]

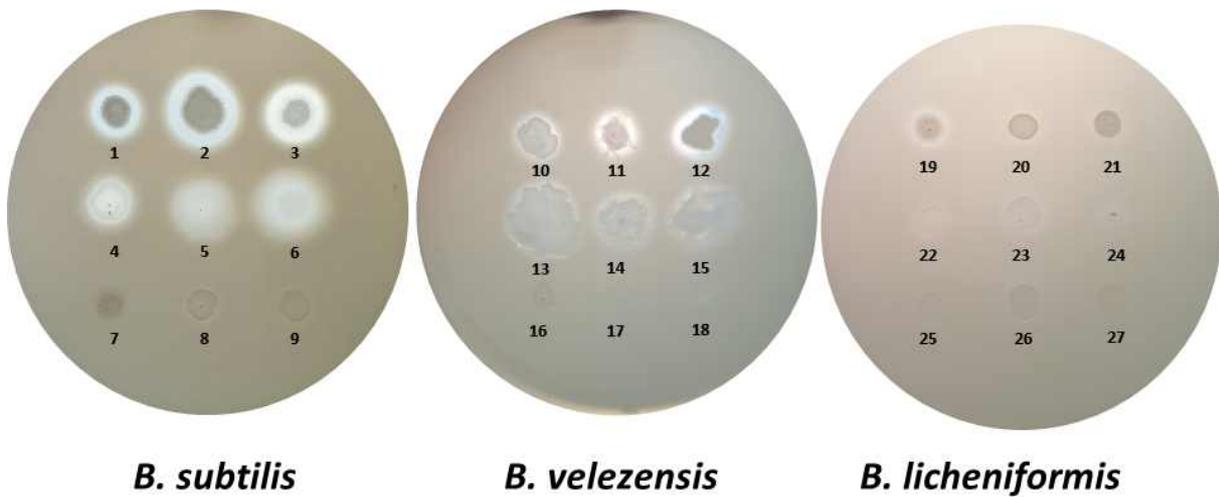
○ 분지아미노산 고생산 균주 및 발효조건 구축

1. *Bacillus*에 의한 아미노산 생성 profile 확인

· 연구자들의 기존 연구를 통하여 장류 우점 미생물 *Bacillus*가 종(species)에 따라 특이적인 아미노산 생성 profile을 나타내는 결과를 확보함(Genetic background behind the amino acid profiles of fermented soybeans produced by four *Bacillus* spp. Journal of Microbiology and Biotechnology 31(3): 447-455, 2021).

· 이러한 결과의 검증을 위하여 동정이 확인된 *B. subtilis* 158개 균주, *B. velezensis* 256개 균주, *B. licheniformis* 138개 균주 총 552개 균주의 단백질분해활성을 검토하여 단백질분해 활성 및 콜로니 형태에 따라 Clear colony (CC) type, Spread colony (SC) type, Protease-negative (PN) type으로 구분하였고, 종 및 콜로니 형태에 따라 각종에서 9개 균주를 선발함.

[콜로니 형태 및 단백질분해 활성에 따라 선발한 *B. subtilis*, *B. velezensis*, *B. licheniformis* 27개 균주]



| Morphology type | No. | <i>B. subtilis</i> | No. | <i>B. velezensis</i> | No. | <i>B. licheniformis</i> |
|---------------------------|-----|--------------------|-----|----------------------|-----|-------------------------|
| CC (Clear colony) | 1 | SRCM 100333 | 10 | KNW1 | 19 | 8MS03 |
| | 2 | 2RL2-3 | 11 | RSB34 | 20 | SRCM 100041 |
| | 3 | F4453 | 12 | F2204 | 21 | F4472 |
| SC (Spread colony) | 4 | SRCM 103696 | 13 | CH86-1 | 22 | SRCM 100043 |
| | 5 | SRCM 103551 | 14 | F3470 | 23 | F3069 |
| | 6 | SRCM 103641 | 15 | FA0602 | 24 | 7DA21 |
| PN (Protease-negative) | 7 | F1323-1 | 16 | SBK B8 | 25 | SRCM 100110 |
| | 8 | SRCM 103689 | 17 | OSMF10 | 26 | CPP0050-1 |
| | 9 | Rm004 | 18 | OAML-19 | 27 | ATCC 14580 |

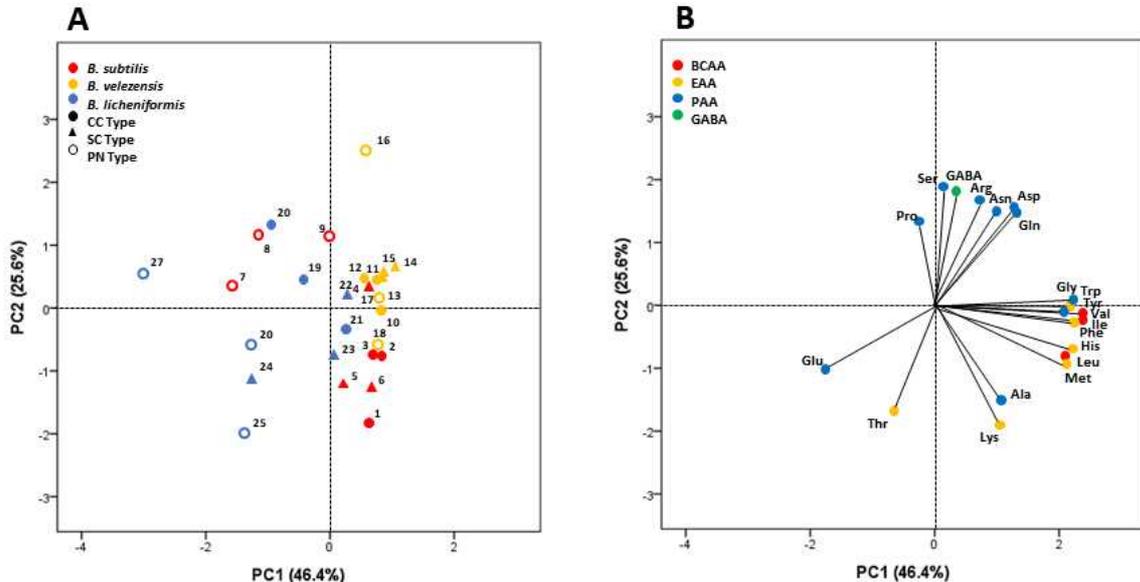
2. 대두발효를 통한 유리아미노산 생산에 미치는 *Bacillus* 특성 규명

· 대두발효를 통한 유리아미노산 생산에 미치는 *Bacillus* 속의 종 특이적 및 균주 특이적 특성 규명을 위하여 콜로니 형태 및 단백질분해 활성을 기준으로 선발한 *Bacillus* 속 3종의 27개 균주를 멸균한 대두에 접종한 다음, 25°C에서 15일간 배양하고, 생성된 유리아미노산을 HPLC로 분석하고, 결과의 주성분분석(PCA)을 진행함.

[*Bacillus* 27개 균주 접종 대두발효물에서 생성된 유리아미노산 분석결과 (unit: mg/kg)]

| Strain No. | <i>B. subtilis</i> | | | | | | | | | | <i>B. velezensis</i> | | | | | | | | | | <i>B. licheniformis</i> | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | Control | SRCM 100333 | 2RL2-3 | F4453 | SRCM 103696 | SRCM 103551 | SRCM 103641 | F1323-1 | SRCM 103689 | Rm004 | KNW1 | RSB34 | F2204 | CH8-1 | F3470 | FA0602 | SBK B8 | OSMF10 | OAML-19 | 8MS03 | SRCM 100041 | F4472 | SRCM 100041 | F3069 | 7DA21 | SRCM 100110 | CPP 0050-1 | ATCC 14580 | |
| PAA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aspartate | 87.18 ^a | 5204.93 ^b | 2750.1 | 2420.4 | 3041.3 | 1766.3 | 4303.8 | 2745.6 | 3141.0 | 3156.5 | 3251.68 ^d | 3089.0 | 3056.4 | 2466.8 | 3580.2 | 3378.9 | 3506.1 | 2826.04 ^{de} | 2650.10 ^{de} | 2629.10 ^{de} | 3542.6 | 2675.1 | 2671.7 | 3015.4 | 2156.3 | 1804.6 | 2024.4 | 1807.1 | |
| Glutamate | 515.16 ^a | 14629.67 ^b | 16496.1 | 15790.1 | 16113.1 | 11052.1 | 16913.1 | 12144.1 | 11468.1 | 12494.1 | 12472.23 | 11251.1 | 14801.1 | 9287.4 | 10647.1 | 12916.1 | 10921.1 | 13048.27 | 11275.25 | 26202.26 ^b | 11375.1 | 26522.1 | 27608.1 | 23629.1 | 20513.1 | 25060.1 | 25499.1 | 26012.1 | |
| Asparagine | 160.87 ^a | 1626.39 ^b | 672.18 ^a | 585.48 | 525.49 | 316.60 | 1282.6 | 658.49 | 383.13 | 381.47 ^a | 1307.89 ^b | 468.07 | 600.81 | 490.79 | 750.46 | 628.07 ^a | 832.17 | 562.57 ^{ab} | 306.37 ^{ab} | 695.40 ^{abcd} | 579.51 | 1023.1 | 455.46 ^a | 567.62 | 501.82 | 324.48 | 205.09 ^a | 197.6 | |
| Serine | 80.80 ^a | 694.42 ^{abcd} | 107.05 ^a | 132.62 | 108.23 | 85.00 ^a | 175.97 | 870.35 | 575.61 | 309.11 ^a | 531.66 ^{bc} | 317.78 | 555.65 | 606.76 | 644.42 | 1115.4 | 1397.5 | 95.60 ^a | 186.31 ^{ab} | 1144.27 ^b | 908.36 | 1052.9 | 952.03 ^a | 390.78 | 229.55 | 724.97 | 620.85 ^a | 629.5 | |
| Glutamine | 0 ^a | 58.34 ^b | 120.95 | 51.40 ^a | 26.85 ^a | 56.95 ^a | 53.84 ^a | 527.18 | 323.18 ^a | 164.64 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a | 47.87 ^a | 323.56 ^a | 32.94 ^a | 47.62 ^a | 96.20 ^a | 212.69 | 56.58 ^a | 51.82 ^a | 54.82 ^a | | |
| Glycine | 79.76 ^a | 2738.32 ^b | 2035.1 | 1848.9 | 1775.3 | 1273.2 | 2416.7 | 941.75 | 1065.9 | 1150.5 | 1812.41 ^b | 1600.3 | 1595.8 | 1366.8 | 1548.4 | 1600.1 | 1515.3 | 1732.30 ^a | 1668.52 ^d | 1523.24 ^d | 1267.1 | 1344.4 | 1326.2 | 1402.4 | 1143.5 | 1008.5 | 1182.5 | 797.0 | |
| Arginine | 862.61 ^a | 284.05 ^b | 178.24 | 207.50 | 225.19 | 335.40 | 136.63 | 79.49 ^a | 176.90 | 180.16 ^a | 213.79 ^{ab} | 758.68 | 381.87 | 594.19 | 454.61 | 366.76 ^a | 492.10 | 339.49 ^{ab} | 290.81 ^{ab} | 184.19 ^{ab} | 167.50 | 75.46 ^a | 193.19 ^a | 166.42 | 239.53 | 238.60 | 228.67 ^a | 157.9 | |
| Alanine | 239.09 ^a | 4611.80 ^b | 5047.7 | 5693.4 | 5519.9 | 6315.0 | 5230.2 | 2396.8 | 2259.8 | 3623.3 | 3082.99 ^b | 2542.1 | 2111.5 | 3055.1 | 3122.2 | 2699.0 | 2498.7 | 5399.45 ^b | 3515.37 ^b | 3623.31 ^b | 2231.0 | 2843.3 | 4060.9 | 4447.1 | 4399.4 | 2850.1 | 3730.6 | 2516.1 | |
| Tyrosine | 188.69 ^a | 4186.10 ^b | 2882.5 | 3239.6 | 2914.6 | 3422.8 | 3548.8 | 3182.2 | 2803.5 | 3096.1 | 3592.46 ^b | 3628.8 | 3442.7 | 3650.9 | 3960.9 | 3761.7 | 3605.4 | 3122.82 ^a | 3527.18 ^b | 3096.36 ^b | 2617.6 | 3543.2 | 3792.1 | 3497.2 | 3093.7 | 2766.2 | 3111.2 | 2461.1 | |
| Proline | 95.27 ^a | 6234.32 ^b | 6483.0 | 4776.5 | 5853.6 | 3981.1 | 7122.8 | 6648.6 | 5513.4 | 5766.5 | 5749.98 ^b | 3777.4 | 4010.5 | 3423.3 | 4073.4 | 6564.1 | 5264.4 | 4019.48 ^b | 5934.05 ^b | 3004.25 ^b | 4550.8 | 5263.0 | 4716.6 | 3822.8 | 3308.1 | 4149.4 | 3380.4 | 3541.1 | |
| EAA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Histidine | 61.70 ^a | 3159.04 ^b | 2630.7 | 2712.2 | 2516.3 | 2263.0 | 2532.8 | 1923.2 | 1166.4 | 1906.6 | 2936.58 ^b | 2847.8 | 2496.6 | 2442.3 | 2789.4 | 2529.5 | 2265.6 | 2809.32 ^b | 2500.95 ^b | 2189.06 ^d | 1210.9 | 2562.7 | 2533.5 | 2482.7 | 2290.6 | 2001.2 | 2072.8 | 1913.1 | |
| Threonine | 70.78 ^a | 2000.91 ^b | 867.64 | 1498.4 | 1156.1 | 892.25 | 1448.7 | 638.26 | 890.29 | 994.23 ^b | 1472.90 ^b | 1105.3 | 1126.4 | 971.60 | 1167.1 | 1352.9 | 1179.7 | 1494.80 ^a | 1259.48 ^b | 2976.18 ^b | 950.58 | 2179.9 | 3877.1 | 2730.8 | 1981.9 | 2177.6 | 2214.9 | 1288.1 | |
| Methionine | 39.02 ^a | 1836.53 ^b | 1529.4 | 1589.2 | 1540.3 | 1452.5 | 1519.7 | 716.21 | 844.76 | 1010.0 | 1613.49 ^b | 1750.1 | 1571.1 | 1414.4 | 1460.0 | 1283.8 | 1053.1 | 1700.89 ^a | 1582.17 ^{ab} | 1175.33 ^d | 773.78 | 1258.5 | 1191.6 | 1105.1 | 810.9 | 1066.8 | 1137.6 | 711.6 | |
| Tryptophane | 157.24 ^a | 2778.68 ^b | 1995.6 | 2255.1 | 2078.2 | 2157.5 | 2340.9 | 1486.2 | 1581.8 | 1658.9 | 2435.12 ^b | 2542.5 | 2365.0 | 2404.0 | 2482.2 | 2143.3 | 1779.5 | 2269.10 ^b | 2074.70 ^b | 1399.72 ^d | 1427.7 | 1502.1 | 1590.0 | 1446.6 | 1183.6 | 1308.2 | 1365.1 | 967.2 | |
| Phenylalanine | 99.44 ^a | 7002.36 ^b | 5755.0 | 5967.3 | 5617.6 | 5249.8 | 5821.2 | 3865.4 | 3551.6 | 4163.4 | 6846.03 ^b | 6756.6 | 6724.6 | 6508.7 | 6724.4 | 6179.7 | 6123.0 | 6194.60 ^b | 6138.45 ^b | 4588.89 ^b | 3389.7 | 5169.6 | 5129.0 | 4755.9 | 4498.9 | 4294.0 | 4418.6 | 3504.1 | |
| Lysine | 97.44 ^a | 6438.33 ^b | 5691.1 | 5380.7 | 4031.2 | 4458.5 | 5085.1 | 3263.0 | 3878.1 | 3833.1 | 4735.58 ^b | 4444.4 | 3671.1 | 4197.6 | 4311.4 | 4389.5 | 3948.3 | 4683.08 ^b | 4749.37 ^b | 3605.10 ^b | 3651.9 | 5018.8 | 4532.9 | 4357.2 | 4286.0 | 3161.1 | 3690.1 | 4152.1 | |
| BCAA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valine | 84.67 ^a | 6614.68 ^b | 5256.7 | 4869.6 | 4885.6 | 4344.0 | 5136.6 | 3352.9 | 3158.7 | 3599.0 | 6589.54 ^b | 6056.2 | 6202.7 | 5629.9 | 4971.9 | 5511.3 | 5449.0 | 5741.87 ^b | 5980.51 ^b | 3327.02 ^b | 3049.8 | 3779.6 | 3765.0 | 3650.1 | 3245.3 | 2762.2 | 3071.3 | 2522.1 | |
| Isoleucine | 63.44 ^a | 5381.44 ^b | 4355.1 | 3849.6 | 3910.2 | 3468.4 | 4227.8 | 2472.2 | 2390.4 | 2672.5 | 4590.63 ^b | 4388.4 | 4071.4 | 3851.9 | 3685.7 | 3989.6 | 3616.9 | 4905.96 ^b | 4695.76 ^b | 2885.37 ^b | 2424.9 | 3225.6 | 3261.1 | 3079.2 | 2696.4 | 2320.6 | 2454.9 | 1955.1 | |
| Leucine | 93.76 ^a | 9158.70 ^b | 7952.3 | 7395.2 | 7152.1 | 6724.8 | 7590.6 | 4102.7 | 4639.4 | 4789.5 | 7413.29 ^b | 6904.1 | 6360.9 | 6396.3 | 5931.3 | 6532.3 | 5801.7 | 8462.18 ^b | 7409.33 ^b | 5712.09 ^b | 4434.1 | 6257.7 | 6540.2 | 5185.1 | 5128.4 | 5161.4 | 5464.5 | 3778.1 | |
| GABA | 230.74 ^a | 133.40 ^b | 121.76 ^a | 103.60 | 79.89 ^a | 92.23 ^a | 230.58 | 79.76 ^a | 200.28 | 82.71 ^a | 63.97 ^{abcd} | 95.81 | 197.62 | 85.03 ^a | 93.85 ^a | 144.93 ^a | 512.72 | 156.65 ^{abcd} | 80.34 ^{abcd} | 39.21 ^{ab} | 166.29 | 43.96 ^a | 16.29 | 43.96 ^a | 51.78 ^a | 54.99 ^a | 73.14 ^a | 28.90 ^a | 34.58 ^a |

· 선발된 27개 균주를 이용한 대두 발효 실험을 통하여 생성된 유리아미노산의 조성은 본 연구자들이 앞서 진행한 기존의 결과와 유사한 것으로 나타남. 유리아미노산 생성은 *Bacillus* 종에 따라 다른 경향을 나타냈을 뿐만 아니라 단백질분해 활성에 따라서도 영향을 받는 것으로 나타남. 그러나 콜로니 형태는 아미노산 생성 profile에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인됨.



[15일간의 *Bacillus* 27개 균주 접종 대두발효물에서 생성된 유리아미노산의 주성분분석]

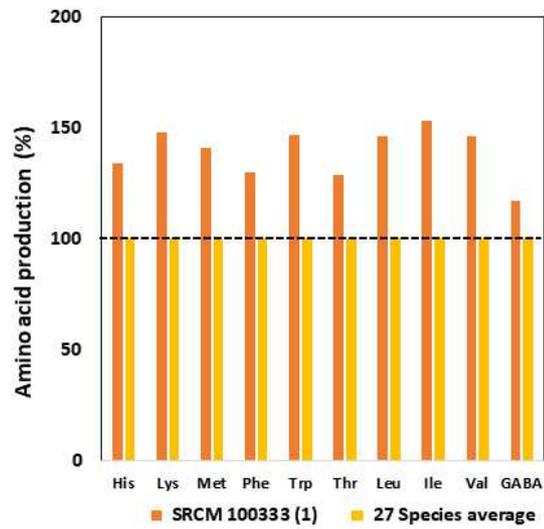
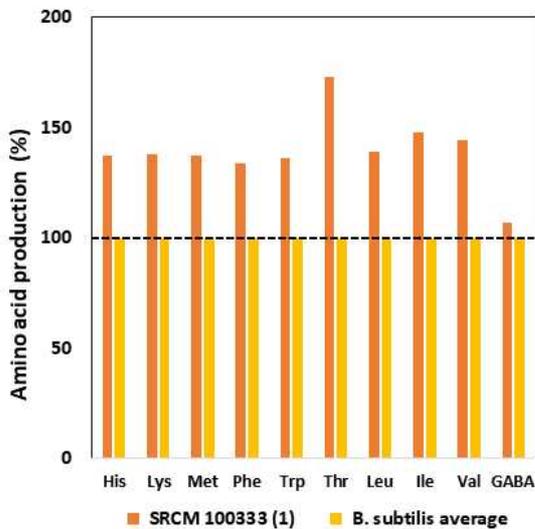
A: PCA 분석 결과 점수 B: *Bacillus* 발효물 유리아미노산 profile

· *B. subtilis*는 lysine과 분지아미노산 isoleucine, leucine을 다량 생산하고, *B. velezensis*는 valine을 다량 생산하는 것으로 확인됨. 단백질분해활성이 강한 *B. subtilis*, *B. velezensis* 균주의 선발은 분지아미노산 고생산으로 연결될 수 있음을 확인함.

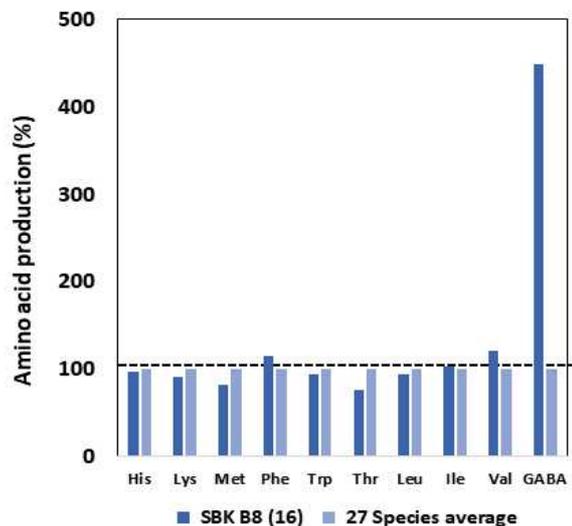
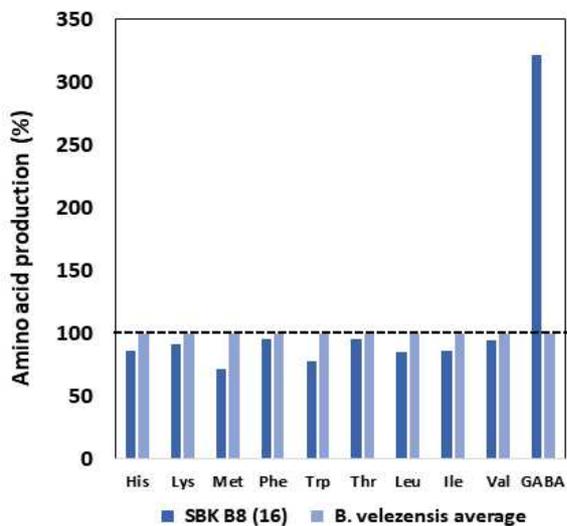
· *B. subtilis*와 *B. velezensis*가 *B. licheniformis* 대비 많은 양의 분지아미노산을 생성하는 것으로 확인되었고, 단백질분해활성이 높은 균주가 많은 양의 분지아미노산을 생성하는 것으로 확인됨. 특히, 3종의 *Bacillus* 균주들 중, *B. velezensis*가 다른 종 대비 높은 농도의 gamma-Amino butyric acid (GABA)를 생성하는 것으로 확인됨.

3. 분지아미노산 및 GABA 고생산 *Bacillus* 균주 확보

· 본 실험에서 선발된 *Bacillus* 속 3종 27개 균주 중, *B. subtilis* SRCM 100333 균주는 *B. subtilis* 평균 및 27개 균주 평균 대비 150% 수준의 필수아미노산 및 분지아미노산을 생산하는 것으로 확인됨. 또한 균주선발 과정에서 선발된 *B. velezensis* SBK B8 균주는 *B. velezensis* 평균 및 27개 균주 평균 대비 각각 300% 및 450% 수준의 GABA를 생산하는 것으로 확인됨.



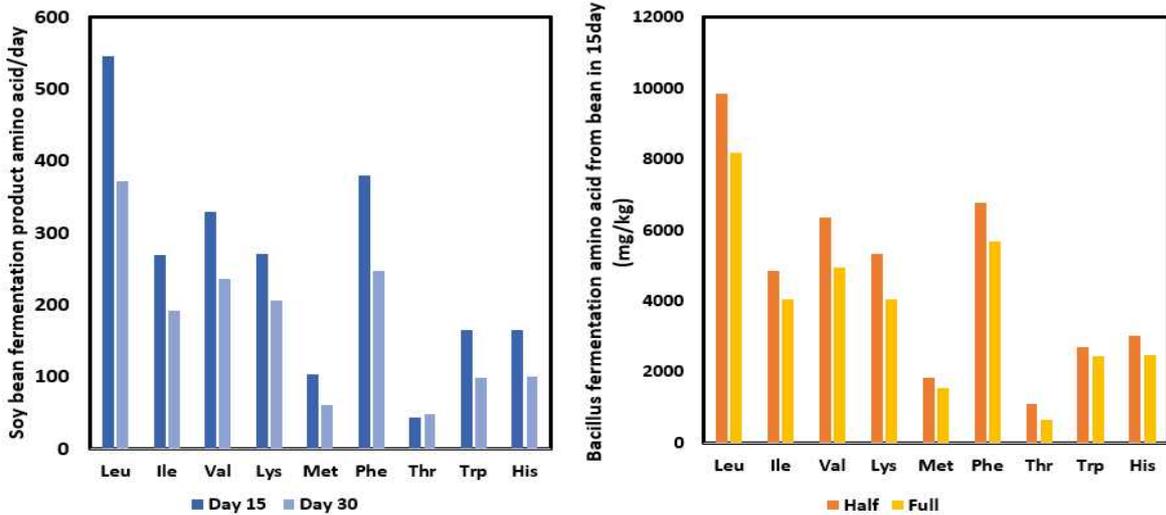
[*B. subtilis* SRCM 100333 균주의 필수아미노산 및 분지아미노산 생성]



[*B. velezensis* SBK B8 균주의 GABA 생성]

4. 분지아미노산 생산 발효조건 구축

· 본 연구에서 선발한 분지아미노산 고생산 균주를 사용하여 생산 발효조건을 검토한 결과, 기존의 25°C 발효온도에서 30일보다는 15일 발효에서 높은 아미노산의 생성을 나타내는 것을 확인함. 또한 대두를 분할하여 표면적을 증가시킨 경우, 아미노산 생성이 증가함을 확인함.

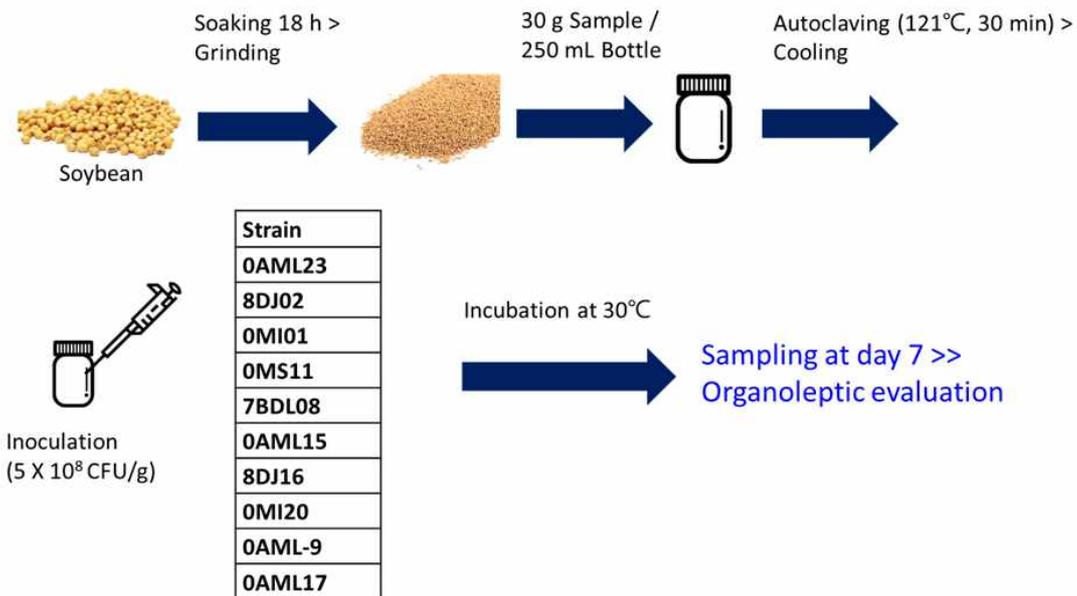


[발효시간 및 원료의 표면적이 분지아미노산 및 필수아미노산의 생성에 미치는 영향]

○ 발효취 저생성 Bacillus 균주 선발 및 발효특성 탐색

1. Bacillus 대두발효물의 관능평가를 통한 발효취 분석용 균주 선발

· *Bacillus velezensis* 256개 균주를 TSB에서 배양하고, 배양액의 발효취를 관능적으로 평가하여 10개의 그룹으로 정리함. 10개 그룹의 대표 균주를 선정하여 대두발효물을 제조한 다음 7일 후, 경기대학교 식품생물공학과 대학원생 10명이 관능평가를 진행하여 발효취가 상이함을 확인.



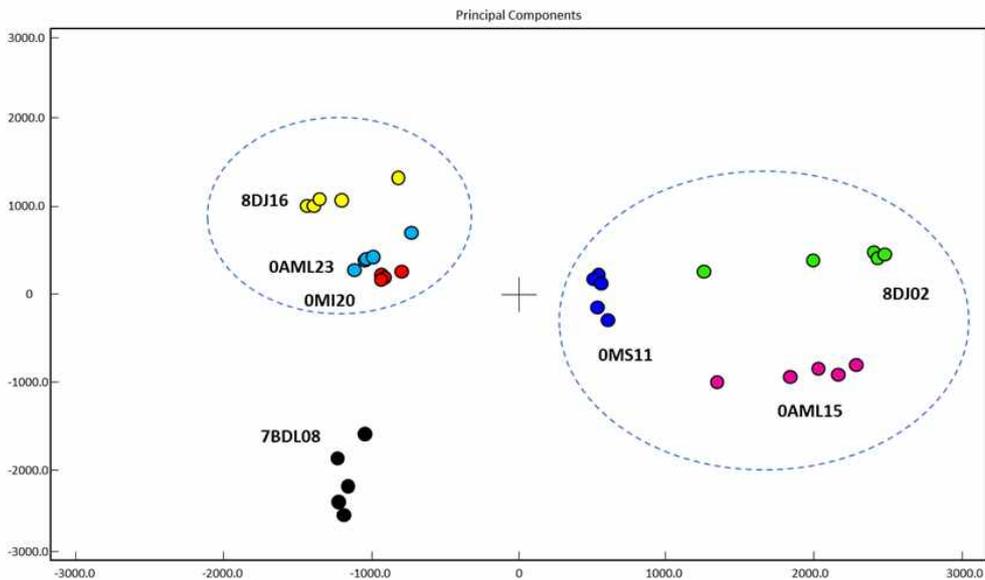
[발효취 평가용 선발 균주 적용 대두발효물 제조 및 관능평가]

2. *Bacillus* 대두발효물의 발효취 profile의 과학적 검증

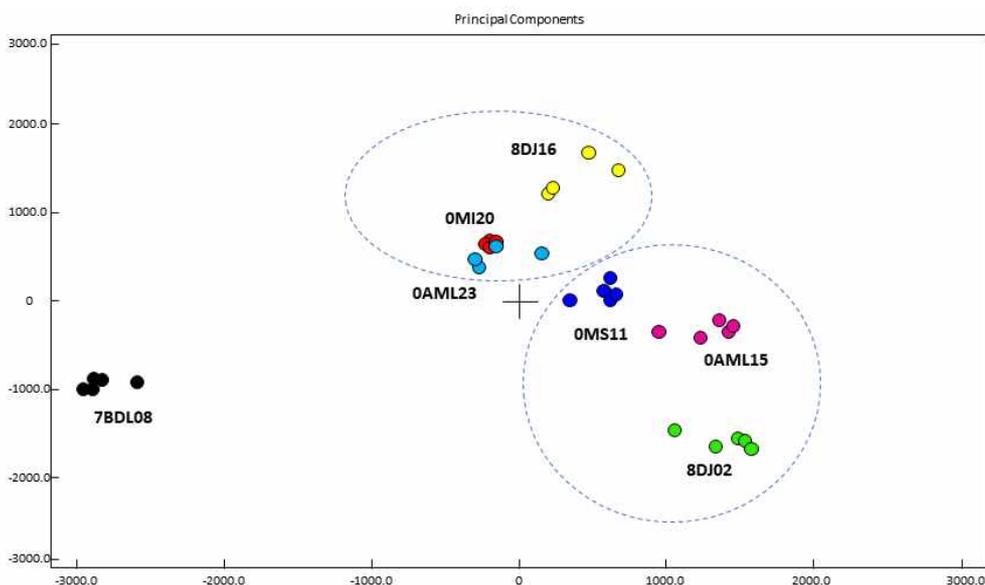
· 10개 선발 균주 발효취 profile의 차별성을 과학적으로 증명하기 위하여 7일 및 15일차 대두발효물의 발효취를 GC-IMS를 이용하여 분석함. 시료는 5반복으로 분석을 진행하여 반복 실험의 결과의 유효성을 확보하였고, 선발된 10균주가 생성하는 발효취가 상이함을 증명하였음.

· 7일차 및 15일차 분석 결과에 큰 차이가 없는 것으로 보아 균주에 따라 상이한 발효취를 생성함이 확인되었고, 10개 균주는 발효취에 따라 3개 그룹으로 나눌 수 있음을 확인함. 발효취 저생성 균주 후보로 선발한 7BDL08 균주는 확연히 다른 발효취를 생성함을 확인함.

· 향후, pilot plant 규모에서 3개 그룹에서 선발한 0AML23, 0MS11, 7BDL08 균주의 발효취 분석을 진행하여 발효취 저감화의 유효성 및 경제성 평가를 진행할 예정임



[*B. velezensis* 적용 7일차 대두발효물의 GC-IMS 분석 결과]



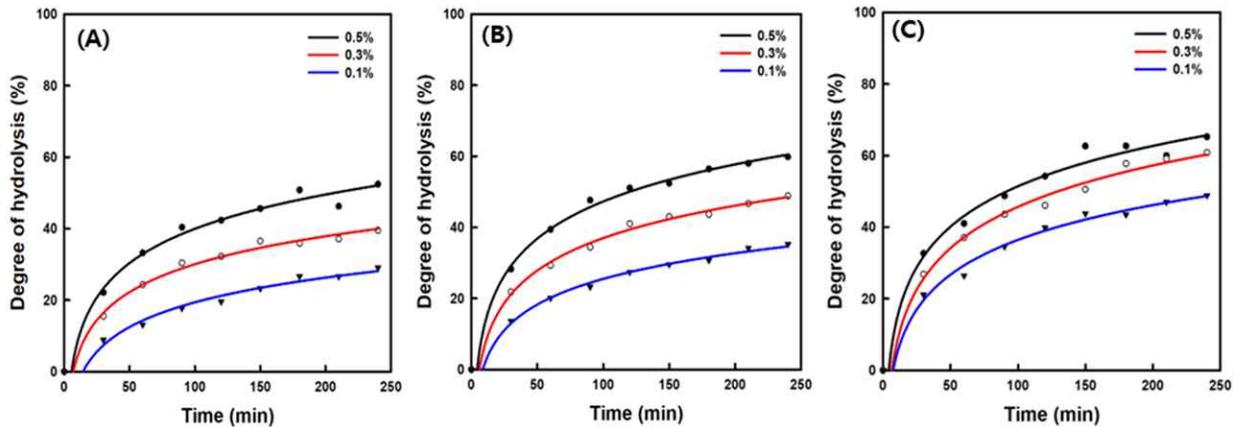
[*B. velezensis* 적용 15일차 대두발효물의 GC-IMS 분석 결과]

○ 분지아미노산 고함유 단백질의 소재화 공정 및 대량생산 공정 설계

1. 단백질분해 효소에 의한 식물단백의 가수분해

가. 상압 하에서 가수분해

· 갈아만든우리쌀즙, 분리쌀단백 및 농축잠두단백에 0.1% α -amylase와 0.1% cellulase를 순차적으로 처리 후 0.1, 0.3, 0.5% 농도의 flavourzyme을 처리하여 0.5시간에서 4시간까지 30분 간격으로 50°C에서 반응 후에 단백질가수분해물을 얻음. 모든 시료에서 flavourzyme의 농도가 높아질수록 식물단백 가수분해율이 증가하는 것을 확인함. 효소반응 시간이 증가할수록 모든 시료에서 식물단백 가수분해율이 증가하였으며, 효소반응 최초 1시간 내 가수분해율이 대조군보다 35-40% 이상 증가함. 따라서 고압처리군의 장비조건 및 처리시간을 고려하여 flavourzyme의 농도는 0.5%, 처리시간은 1시간으로 결정함.

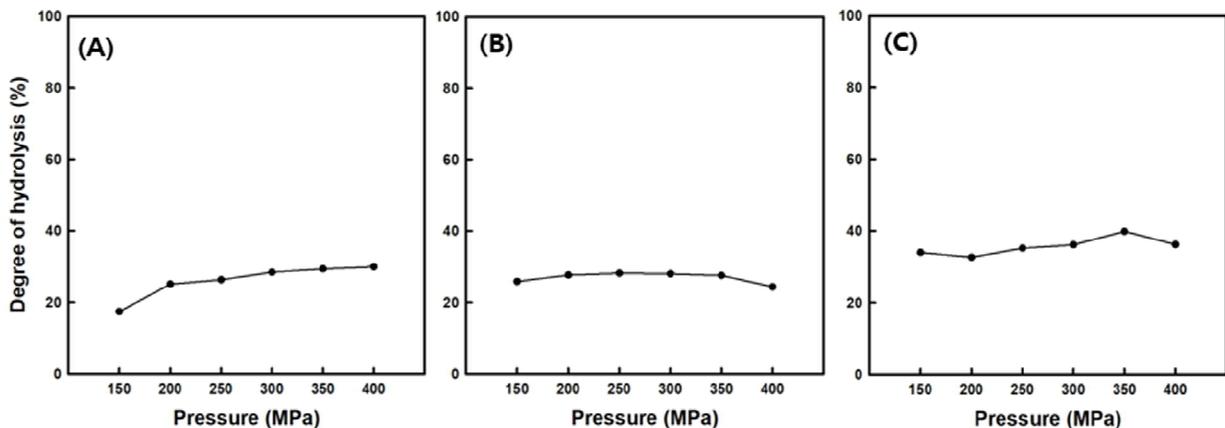


[상압 하에서 flavourzyme의 농도 및 반응시간에 따른 식물단백의 가수분해율]

(A) 갈아만든우리쌀즙, (B) 분리쌀단백, (C) 농축잠두단백

나. 고압 하에서 가수분해

· 갈아만든우리쌀즙은 150 MPa에서 200 MPa로 압력증가 시 식물단백의 가수분해율은 약 19%에서 25% 정도로 증가하였으며, 400 MPa까지 증가 시 식물단백 가수분해율은 약 30%에 도달함. 그러나 상압에서 동일한 단백질분해효소 농도와 반응시간(1시간) 후 식물단백 가수분해율(36%)보다 낮았다. 분리쌀단백은 상압 효소반응에서 약 40%의 가수분해율을 보였으나, 150-400 MPa의 고압 효소반응에서는 30% 이하의 가수분해율을 나타냄. 농축잠두단백은 상압 효소반응에서 약 40%의 가수분해율을 보였으며, 350 MPa의 고압 효소반응에서 유사한 가수분해율을 나타냄.



[고압 효소처리 식물단백의 가수분해율]

(A) 갈아만든우리쌀즙, (B) 분리쌀단백, (C) 농축잠두단백

다. 식물단백 가수분해물의 용해도와 팽윤력

· 상압 및 고압 효소반응에 따른 식물단백 가수분해물의 용해도와 팽윤력을 분석함. 갈아만든우리쌀즙 가수분해물은 대조군(2번)과 비교하여 1번, 4번, 6번 및 8번 시료의 용해도 및 팽윤력의 큰 차이가 없었으며, 시험온도에 따른 차이는 관찰되지 않음.

[상압 및 고압 효소처리 식물단백 가수분해물의 용해도 및 팽윤력]

| Sample ¹⁾ No. | Water solubility (%) | | Swelling power | |
|-----------------------------|----------------------|------------|----------------|-----------|
| | 25℃ | 98℃ | 25℃ | 98℃ |
| 1 | 87.04±0.26 | 87.26±0.44 | 0.03±0.00 | 0.04±0.00 |
| 2 | 90.94±0.11 | 90.73±0.38 | 0.07±0.00 | 0.06±0.00 |
| 4 | 90.02±0.15 | 89.88±0.25 | 0.06±0.01 | 0.08±0.01 |
| 6 | 90.00±0.12 | 90.13±0.56 | 0.07±0.01 | 0.08±0.00 |
| 8 | 90.67±0.12 | 90.73±0.35 | 0.07±0.00 | 0.07±0.00 |
| 9 | 41.97±0.21 | 43.54±0.06 | 1.19±0.01 | 1.31±0.05 |
| 10 | 10.41±0.06 | 10.74±0.61 | 3.60±0.03 | 3.48±0.09 |
| 12 | 26.98±0.17 | 27.03±0.11 | 2.92±0.06 | 2.94±0.02 |
| 14 | 27.10±0.09 | 26.52±0.95 | 2.74±0.05 | 3.03±0.06 |
| 16 | 24.98±0.13 | 25.04±0.16 | 2.99±0.04 | 3.06±0.06 |
| 17 | 65.63±0.06 | 65.53±0.30 | 0.68±0.00 | 0.73±0.02 |
| 18 | 37.56±0.09 | 38.63±0.06 | 2.22±0.01 | 2.59±0.02 |
| 20 | 48.15±0.27 | 47.99±0.64 | 1.77±0.04 | 2.00±0.04 |
| 22 | 51.05±0.09 | 51.62±0.44 | 1.64±0.01 | 1.76±0.01 |
| 24 | 48.06±0.02 | 48.37±0.02 | 1.93±0.03 | 2.04±0.01 |

¹⁾처리군의 효소반응 조건은 위의 표를 참고.

· 분리쌀단백의 경우, 대조군(10번)과 비교하여 상압 효소처리된 9번, 12번, 14번 및 16번 시료의 용해도는 증가함. 고압 효소처리군(12번, 14번, 16번)은 상압 효소처리군(9번)보다 높은 용해도를 나타냄. 분리쌀단백의 팽윤력은 대조군(10번)에서 가장 높았음. 이는 단백질분해효소로 생성된 가수분해산물이 분리쌀단백의 팽윤을 억제하기 때문으로 생각됨.

· 잠두단백분말은 쌀단백분말의 경우와 같이 상압 효소처리 시 용해도가 증가하였으며, 상압 효소처리군(17번)에서 가장 높은 용해도를 보였고, 팽윤력은 α-amylase와 cellulase를 순차적으로 처리한 18번 시료에서 가장 높게 나타남. 모든 시료에서 압력증가에 따른 용해도와 팽윤력의 차이는 없었음.

라. 상압 및 고압 효소반응에 따른 식물단백 가수분해물의 유리아미노산

· 식물단백 가수분해물의 유리아미노산은 아래 표에 나타냄. 모든 시료에서 대조군과 비교하여 상압 효소반응처리군들에서 유리아미노산 함량이 높게 나타남. 고압 효소처리군보다 상압 효소처리군에서 유리아미노산의 함량이 높았으며, 고압 효소반응에 있어 처리압력이 상승할수록 일부 아미노산의 함량이 감소하는 경향을 나타냄. 유리아미노산 중 분지아미노산(Valine, Isoleucine, Isoleucine) 함량은 상압 효소반응에 따른 농축잠두단백 가수분해물에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 분리쌀단백, 갈아만든우리쌀즙의 순이었음.

[식물단백 가수분해물의 유리아미노산 함량(mg/100 g)]

| Amino acids | Hice juice | | | | | Hice protein concentrate | | | | | Faba bean protein | | | | |
|------------------------|------------|------|------|------|------|--------------------------|------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 17 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| O-phosphoserine | 4.4 | 1.9 | 5.6 | 5.5 | 5.3 | 21.7 | 5.4 | 22.9 | 22.9 | 20.6 | 49.0 | 11.1 | 29.1 | 46.5 | 45.7 |
| Taurine | 3.5 | 3.6 | 6.2 | 6.2 | 6.7 | 19.1 | 12.0 | 37.3 | 37.2 | 33.4 | - | - | 19.5 | 23.7 | 16.4 |
| O-phosphoethanolamine | 2.2 | 2.0 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 0.4 | 0.4 | 13.0 | 10.2 | 8.2 | 0.4 | 71.9 | 41.7 | 79.4 | 81.3 |
| L-Aspartic acid | - | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| L-Threonine | 109.2 | 2.4 | 25.7 | 26.2 | 23.5 | 640.6 | 0.5 | 71.3 | 78.3 | 59.7 | 910.1 | 0.5 | 102.7 | 78.7 | 41.2 |
| L-Serine | 139.7 | 3.4 | 39.0 | 39.3 | 32.2 | 835.7 | 0.7 | 111.1 | 113.7 | 77.7 | 1104.0 | 0.0 | 121.3 | 49.3 | 44.4 |
| L-Glutamic acid | 186.4 | 11.4 | 44.0 | 43.1 | 36.6 | 1243.0 | 3.1 | 71.2 | 78.8 | 53.5 | 1569.0 | 99.9 | 166.3 | 255.1 | 183.8 |
| Sarcosine | 10.3 | - | 3.2 | 3.4 | 3.8 | 204.3 | - | 166.9 | 174.2 | 115.5 | 332.8 | - | - | - | - |
| L-2-Aminoadipic acid | 15.2 | 0.3 | 2.2 | 2.0 | 1.5 | 116.5 | 0.3 | 13.4 | 11.9 | 8.1 | 175.3 | 2.3 | 16.0 | 19.5 | 12.1 |
| L(-)-Proline | 25.5 | 1.3 | 8.2 | 8.2 | 9.4 | 98.5 | - | 9.0 | 9.4 | 9.4 | 70.4 | 5.4 | 10.4 | 12.9 | 14.2 |
| Glycine | 84.3 | 3.0 | 23.2 | 22.7 | 17.9 | 398.6 | 0.8 | 36.2 | 35.3 | 23.5 | 376.3 | 10.2 | 38.1 | 43.2 | 34.1 |
| L-Alanine | 154.3 | 9.5 | 42.9 | 43.7 | 39.1 | 923.4 | 2.2 | 105.5 | 115.4 | 86.5 | 903.5 | 27.0 | 121.9 | 103.1 | 91.0 |
| DL-2-Aminobutyric acid | 5.3 | - | 0.7 | 1.3 | - | 30.6 | - | 4.2 | 4.1 | - | - | 0.8 | - | 18.1 | 3.3 |
| L-Valine | 186.3 | 4.1 | 49.3 | 26.6 | 47.0 | 880.6 | 1.4 | 245.1 | 265.1 | 195.4 | 1111.0 | 3.5 | 247.8 | 204.3 | 91.5 |
| L(-)-Cystine | 45.3 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | 110.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 32.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| L-Methionine | 73.9 | 1.4 | 12.3 | 12.9 | 12.3 | 468.5 | 0.2 | 50.6 | 53.1 | 37.6 | 186.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| L-Cystathionine | 1.2 | - | 0.4 | 0.8 | 0.3 | 10.5 | - | 4.5 | 4.5 | 3.9 | 14.6 | 0.5 | - | 6.5 | 5.1 |
| L-Isoleucine | 138.0 | 2.4 | 37.9 | 42.3 | 36.7 | 875.8 | 0.7 | 211.8 | 227.6 | 168.1 | 1191.0 | 3.9 | 292.4 | 254.7 | 103.8 |
| L-Leucine | 249.2 | 6.5 | 68.8 | 74.0 | 67.7 | 1865.0 | 0.7 | 487.5 | 489.5 | 361.8 | 1118.0 | 4.0 | 683.4 | 639.7 | 300.3 |
| L-Tyrosine | 180.4 | 2.0 | 40.6 | 41.6 | 32.7 | 1208.0 | 1.3 | 144.8 | 148.5 | 98.0 | 1069.0 | 15.9 | 161.0 | 103.2 | 69.1 |
| L-Phenylalanine | 158.9 | 3.2 | 50.4 | 57.2 | 53.3 | 1139.0 | 1.6 | 351.0 | 354.6 | 236.6 | 1387.0 | 16.6 | 453.1 | 397.8 | 237.4 |
| beta-Alanine | 0.8 | 0.7 | 9.5 | 14.8 | 14.9 | 39.8 | - | 149.5 | 139.7 | 104.6 | - | - | - | 108.3 | 98.0 |
| 3-Aminobutyric acid | 7.5 | 5.4 | 6.5 | 6.3 | 6.3 | 33.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 71.5 | 3.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 2-Aminoethanol | - | 0.8 | 1.8 | 1.9 | 1.1 | 5.5 | 1.8 | 3.5 | 3.1 | 3.6 | 21.2 | 6.2 | 11.5 | 18.4 | 12.3 |
| L-Ornithine | 1.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 17.2 | 0.2 | 1.0 | 3.7 | 2.3 | 57.2 | 4.9 | 7.4 | 14.5 | 10.4 |
| L-Lysine | 91.8 | 2.3 | 29.9 | 30.8 | 25.3 | 620.3 | - | 101.2 | 113.7 | 83.6 | 1632.0 | 11.0 | 171.1 | 101.8 | 76.8 |
| L-1-Methylhistidine | - | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 12.9 | 0.5 | 5.7 | 0.5 | 2.7 |
| L-Histidine | 62.5 | 0.9 | 17.1 | 18.3 | 14.9 | 381.6 | 0.6 | 66.8 | 73.4 | 54.7 | 612.8 | 8.3 | 69.7 | 32.5 | 23.5 |
| L-3-Methylhistidine | - | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| L-Anserine | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| L-Carnosine | - | - | - | - | - | 20.6 | - | - | - | - | 391.1 | - | 46.1 | 15.7 | 8.9 |
| L-Arginine | 283.7 | 5.3 | 80.9 | 82.6 | 64.6 | 2075.0 | 1.4 | 328.9 | 345.0 | 233.4 | 3026.0 | 535.5 | 865.2 | 741.8 | 649.8 |

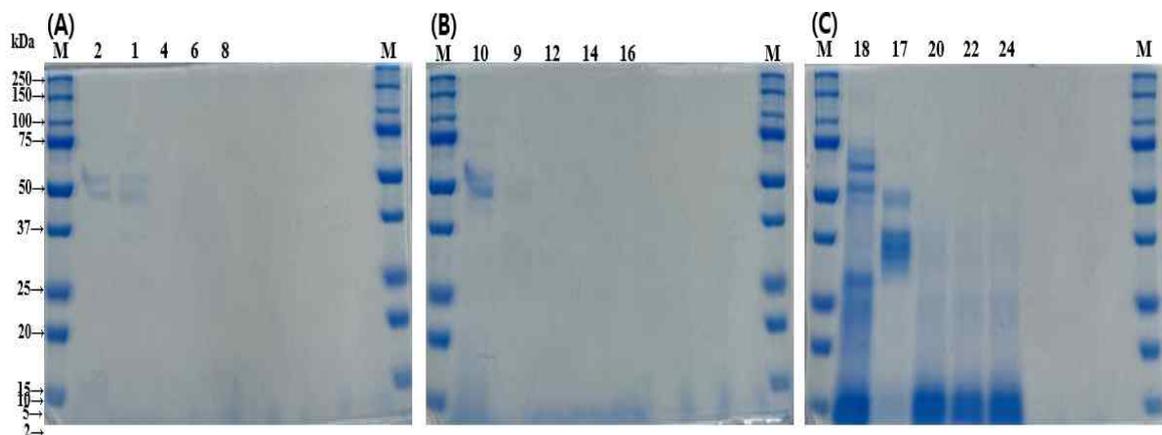
*처리군의 효소반응 조건은 위의 표를 참고.

마. 상압 및 고압 효소반응 식물단백 가수분해물의 분자패턴

· 식물단백 가수분해물의 분자크기는 SDS-PAGE를 이용하여 조사함. 갈아만든우리쌀즙의 경우, 대조군(2번)과 비교하여 고압 효소반응군들(4번, 6번, 및 8번)에서 50 kDa의 주요 밴드가 사라져 가수분해가 활발하게 일어났음을 확인할 수 있었음.

· 분리쌀단백의 경우, 대조군(10번)과 비교하여 상압 및 고압 효소반응 식물단백 가수분해물들(9번, 12번, 14번 및 16번)에서 50 kDa의 주요 밴드가 사라짐. 게다가 상압 효소반응군(9번)에서는 약 10 kDa의 밴드가 관찰되지 않음.

· 농축잠두단백의 경우, 대조군(18번)과 비교하여 고압 효소반응군(20번, 22번, 24번)에서 15-75 kDa의 주요 밴드가 사라진 것이 확인됨. 특히 상압 효소반응군(17번)에서 15 kDa 이하의 밴드가 관찰되지 않았고, 이는 식물단백이 단백질분해효소에 의해 빈번히 가수분해된 것 나타냄.

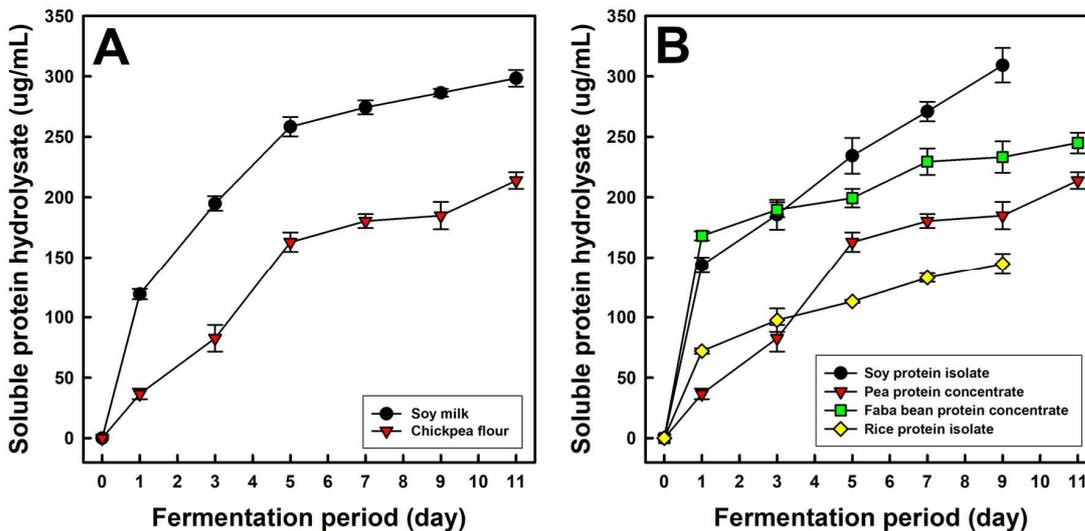


(A) 갈아만든우리쌀즙, (B) 분리쌀단백, (C) 농축잠두단백
[상압 및 고압 효소반응에 따른 식물단백 가수분해물의 SDS-PAGE 프로파일]

2. Bacillus 종균에 의한 발효식물단백의 원료 선별 및 발효 공정 확립

가. 액상 발효 공정

· 액상 발효 공정의 유효성을 평가하기 위해 두유, 분리대두단백, 농축완두단백, 농축잠두단백, 분리쌀단백과 병아리콩가루 현탁액에 *Bacillus* 종균을 접종하여 9-11일간 발효하면서 상층액의 가용성 단백질 가수분해물의 함량을 추적·조사함. 모든 식물단백 원료들에서 발효 기간에 따라 가용성 단백질 가수분해물의 함량이 증가하는 양상을 나타내었음. 발효 종료 시 두유와 분리대두단백의 가용성 단백질 가수분해물의 함량은 유사하였으며, 다른 식물단백 원료들에 비해 높은 수준을 나타내었음. 발효 종료 시 가용성 단백질 가수분해물 함량은 분리대두단백 > 두유 > 농축잠두단백 > 병아리콩가루 > 농축완두단백 > 분리쌀단백의 순서로 높았음.



[액상 발효 중 가용성 단백질 가수분해물 함량에 대한 식물단백 원료의 영향]

(A) 고단백질 함유 원료, (B) 상업적인 식물단백 원료

· 발효 종료 시 원심분리하여 침전물과 상층액을 분리하고 동결건조하여, 이들의 발효취 강도를 관능평가에 의해 조사하였음. 두유와 분리대두단백 발효산물에서 가장 높은 강도를 나타내었으며, 농축완두단백 > 분리쌀단백 > 농축잠두단백 > 병아리콩가루의 순서로 발효취 강도가 높았음.

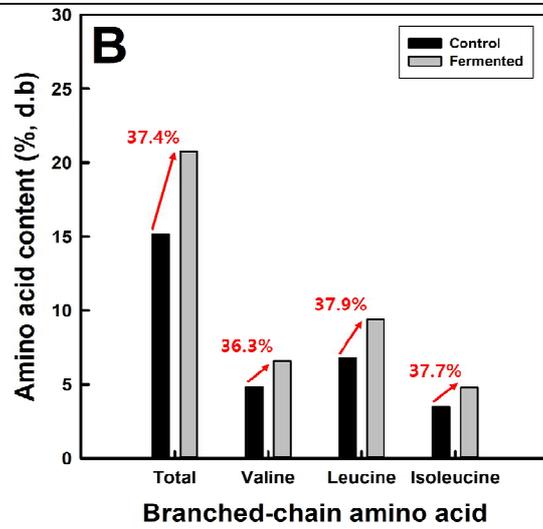
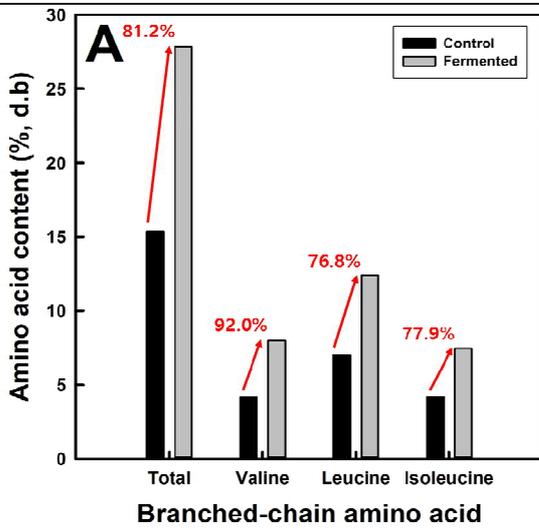
· 발효 종료 시 원심분리하여 침전물과 상층액을 분리하고 동결건조하여 식물단백 발효산물을 제조하였음. 이들 중에서 가용성 단백질 가수분해물 함량이 가장 높은 분리대두단백과 식물단백 중 분지아미노산을 가장 많이 함유하고 있다고 알려진 분리쌀단백 시료들의 아미노산 조성을 조사하였음. *Bacillus* 종균 발효 후 분리대두단백과 분리쌀단백의 아미노산 함량은 전체적으로 증가하였음.

[Bacillus 종균을 이용한 액상 발효 여부에 따른 대조군과 발효산물의 아미노산 조성]

(Unit: mg AA/kg protein)

| Amino acid | Soy protein isolate | | | Rice protein isolate | | |
|-------------------|---------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Control | Fermentation | | Control | Fermentation | |
| | | Precipitate | Supernatant | | Precipitate | Supernatant |
| Aspartic acid | 102,064 | 80,907 | 55,818 | 71,323 | 78,147 | 13,626 |
| Glutamic acid | 192,762 | 114,335 | 132,718 | 167,971 | 188,323 | 28,146 |
| Serine | 47,867 | 46,099 | 17,301 | 42,495 | 47,179 | 6,582 |
| Histidine | 21,974 | 20,335 | 10,566 | 18,120 | 20,444 | 3,857 |
| Glycine | 35,183 | 38,322 | 22,140 | 33,972 | 35,780 | 6,891 |
| Threonine | 36,048 | 39,985 | 17,905 | 33,538 | 37,591 | 6,496 |
| Arginine | 69,293 | 55,658 | 27,283 | 67,756 | 71,506 | 11,349 |
| Alanine | 37,701 | 48,464 | 18,400 | 46,976 | 54,314 | 6,185 |
| Tyrosine | 33,159 | 41,749 | 24,273 | 44,527 | 53,112 | 8,983 |
| Methionine | 9,579 | 3,764 | 7,009 | 14,706 | 20,048 | - |
| Phenylalanine | 47,532 | 56,511 | 35,042 | 45,444 | 54,851 | 8,954 |
| Ornithine | - | - | 9,646 | - | - | 1,625 |
| Lysine | 43,308 | 27,901 | 34,496 | 17,669 | 17,483 | 4,541 |
| Proline | 46,715 | 18,584 | 24,725 | 26,062 | 27,311 | 4,510 |
| Valine | 41,503 | 55,886 | 23,797 | 48,178 | 57,407 | 8,282 |
| Leucine | 70,181 | 90,476 | 33,629 | 68,059 | 83,329 | 10,554 |
| Isoleucine | 41,893 | 50,495 | 24,025 | 34,846 | 42,635 | 5,349 |
| Total | 876,763 | 789,473 | 518,774 | 781,643 | 889,459 | 135,931 |

· 위의 표에 제시된 아미노산 조성 중 분지아미노산의 함량을 비교하였을 때, 각각의 분지아미노산 농도는 발효 후 유의적으로 발효 전보다 증가하였음. 특히 분리대두단백에서 발효 후 분지아미노산 농도의 증가가 분리쌀단백에 비해 월등히 높은 수준을 나타내었음. 분리대두단백에 있어 발효 후 총 분지아미노산은 81.2%, valine은 92.0%, leucine은 76.8%, isoleucine은 77.9% 증가하였고, 분리쌀단백은 발효 후 총 분지아미노산은 37.4%, valine은 36.3%, leucine은 37.9%, isoleucine은 37.7% 증가하였음.



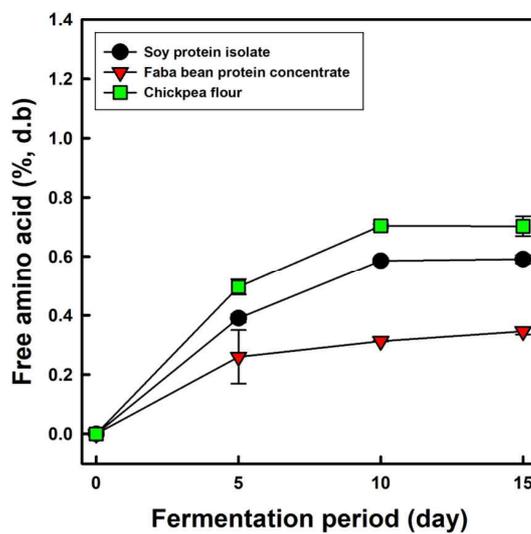
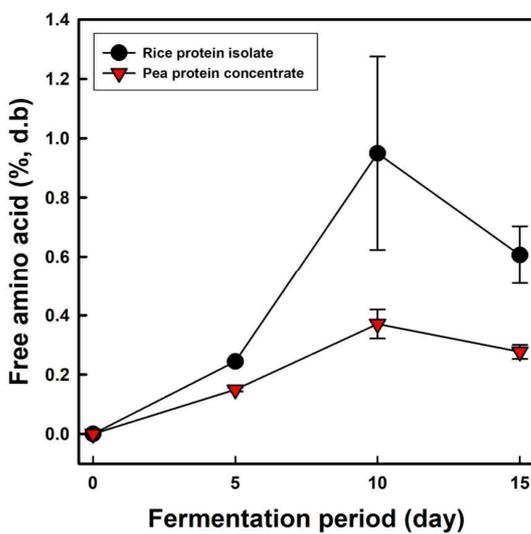
[Bacillus 종균을 이용한 액상 발효 여부에 따른 분지아미노산 함량 변화]

(A) 분리대두단백, (B) 분리쌀단백

· Bacillus 종균을 이용한 액상 발효 공정은 식물단백의 분지아미노산 함량을 유의미하게 증가시키는 것을 확인하였고, 본 연구개발에서 목표로 하는 고탍유 분지아미노산 단백질 소재의 생산에 적합한 공정으로 판단되었음. 그러나 식물단백 발효산물의 회수율이 기대와는 달리 본 연구에서 적용된 식물단백 원료들에 걸쳐 17-25%의 범위로 매우 낮은 수준이었음. 이는 식물단백 발효산물의 생산 원가와 판매가격을 상승시켜 타 경쟁업체의 원료들에 비해 경제성에서 비교우위를 나타낼 수 없다고 판단되었음. 따라서 경제적인 이유로 인해 액상 발효 공정은 적절치 않다고 결론지었음.

나. 고상 발효 공정

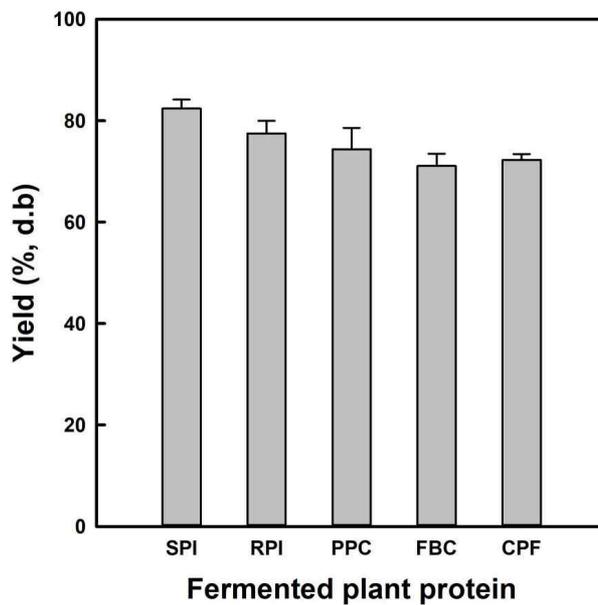
· 액상 발효 후 발효산물 수율의 급격한 저하를 개선하기 위해 고상 발효 공정의 효과를 검증하였음. 고상 발효 공정은 식물단백 분말과 정제수를 일정비율로 혼합 시 Bacillus 종균 배양액을 혼합하여 반죽을 형성하여 용기에 넣어 밀폐하고 37°C에서 15일간 발효하였음. 15일간의 발효기간 동안 5일 간격으로 발효된 식물단백을 채취하여 형성된 유리아미노산 함량을 추적하였음.



[고상 발효 중 유리아미노산 함량에 대한 식물단백 원료의 영향]

· Bacillus 종균에 의한 발효의 결과로 Bacillus 종균에서 배출되는 단백질 가수분해효소에 의해 발효산물에서 유리아미노산과 단백질 가수분해물의 함량이 증가함. 분리쌀단백과 농축완두단백은 발효 10일까지 유리아미노산 함량이 증가하였지만, 이후 발효 15일까지 유리아미노산 함량이 감소하는 양상을 보였음. 분리대두단백, 농축잠두단백과 병아리콩가루는 발효 10일까지 유리아미노산 함량이 완만히 증가하였지만 이후 발효 15일까지 유리아미노산 함량이 미미하게 증가하거나 거의 변화가 없었음. 발효 10일 기준으로 식물단백 발효산물의 유리아미노산 함량은 분리쌀단백 > 병아리콩가루 > 분리대두단백 > 농축완두단백 > 농축잠두단백의 순서로 높았음.

· 식물단백 원료에 대한 고상 발효가 완료되었을 때(발효 15일 기준), 발효산물의 회수율(또는 수율)은 분리대두단백이 82.4%, 분리쌀단백이 77.5%, 농축완두단백이 74.4%, 농축잠두단백이 71.1%, 병아리콩가루가 72.2%이었음. Bacillus 종균 발효에 따라 회수율은 모두 감소하였으나 액상 발효의 회수율(17-25%)에 비해 높은 수준으로 생산원가 및 판매가격의 상승은 여전하지만, 그 상승폭은 크게 감소하여 최종 소재의 판매가격의 조율이 가능한 수준이었음.



[식물단백 발효단백의 회수율(발효 15일 기준)]

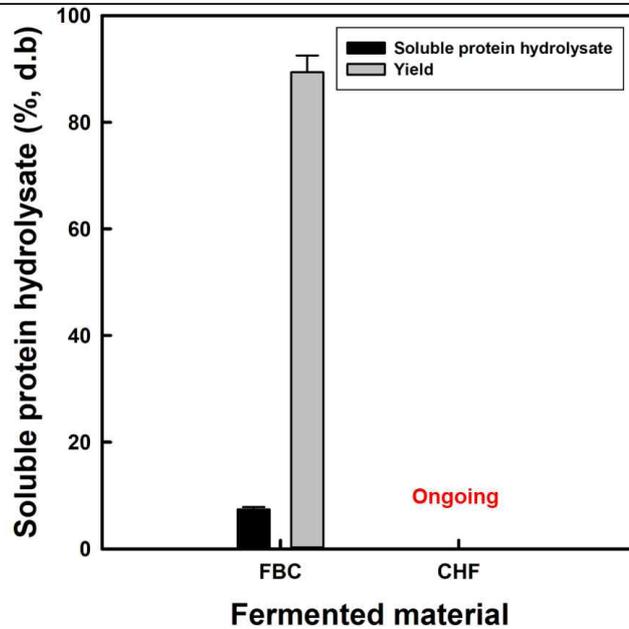
(SPI: 분리대두단백, RPI: 분리쌀단백, PPC: 농축완두단백, FBC: 농축잠두단백, CPF: 병아리콩가루)

· 고상 발효 후 건조하여 분말화한 발효산물들을 주관연구기관에서 발효취 강도에 대해 평가하였을 때, 농축잠두단백과 병아리콩가루를 사용한 발효산물들이 온화한 발효취 특성을 나타내었고, 이런 발효취들은 마스킹 또는 소스류와의 혼합을 통해 통제 가능하다고 피드백을 받았음.

· 따라서 고함유 분지아미노산 단백질소재의 대량생산을 위한 원료로 농축잠두단백과 병아리콩가루를 선발하였고, 발효 방식은 경제성을 고려하여 고상 발효 공정과 발효 기간 10일 채택하였음.

3. 고함유 분지아미노산 단백질소재를 위한 선발된 원료와 확립된 발효공정의 유효성 검증

· 선발된 식물단백 원료와 확립된 고상 발효 공정을 이용하여 식물단백 발효산물을 제조하고 이들의 특성을 평가하였음. 발효취 강도가 온화한 농축잠두단백 발효산물의 가용성 단백질 가수분해물의 함량은 7.4%이었으며, 회수율은 89.4%였음. 병아리콩가루 발효산물의 가용성 단백질 가수분해물 함량과 회수율은 분석 중임.



[농축잠두단백과 병아리콩가루의 발효산물들의 가용성 단백질 가수분해물 함량과 회수율]
(FBC: 농축잠두단백, CPF: 병아리콩가루)

· 농축잠두단백과 병아리콩가루 발효산물의 조단백질 및 총 전분 함량은 아래 표에 제시하였음. 농축잠두단백의 조단백질과 총 전분 함량은 발효 전 57.3%와 4.1%이었으나 발효 후 69.3%와 12.0%로 증가하였음. 병아리콩가루 발효산물의 조단백질과 총 전분 함량은 발효 전 21.7%와 51.6%이었으나 발효 후 조단백질 함량은 68.9%로 증가하였으나 총 전분 함량은 21.4%로 감소하였음. 농축잠두단백보다 병아리콩가루가 발효 후 조단백질 및 총 전분 함량이 극적으로 변화하였음.

[농축잠두단백과 병아리콩가루 발효산물의 발효 전후의 조단백질 및 총 전분 함량]

| Source | Treatment | Crude protein (% d.b) | Total starch (% d.b) |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Faba bean protein concentrate | Control | 57.3±0.1 | 4.1±0.2 |
| | Fermented | 69.3±0.0 | 12.0±0.2 |
| Chickpea flour | Control | 21.7±0.7 | 51.6±0.2 |
| | Fermented | 68.9±0.0 | 21.4±0.4 |

[농축잠두단백의 구성 및 유리 아미노산 조성에 대한 고상 발효 공정의 영향]

(Unit: mg AA/kg dry material)

| Amino acid | Compositional amino acid | | Free amino acid | | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|-----------|--------------|-----|
| | Control | Fermented | Control | Fermented | | |
| Common | Aspartic acid | 36,231 | 47,200 | 240 | 98 | |
| | Glutamic acid | 63,323 | 85,718 | 307 | 629 | |
| | Serine | 16,781 | 22,074 | 16 | 54 | |
| | Glycine | 12,582 | 17,494 | 35 | 213 | |
| | Arginine | 33,930 | 35,043 | 5,384 | 68 | |
| | Alanine | 13,565 | 18,062 | 100 | 1,286 | |
| | Tyrosine | 9,980 | 12,545 | 51 | 255 | |
| | Proline | 14,191 | 16,654 | 27 | 174 | |
| | Asparagine | - | - | 249 | 41 | |
| | Glutamine | - | - | 13 | 25 | |
| Essential | Non | Histidine | 8,786 | 10,952 | 53 | 197 |
| | | Threonine | 12,292 | 15,593 | 19 | 252 |
| | | Methionine | 2,013 | 2,757 | 2 | 92 |
| | | Phenylalanine | 14,368 | 18,482 | 94 | 381 |
| | | Lysine | 18,808 | 23,274 | 66 | 409 |
| | | Tryptophane | - | - | 29 | - |
| | | Branched-chain | Valine | 15,579 | 19,507 | 39 |
| Isoleucine | 14,177 | | 17,819 | 17 | 301 | |
| Leucine | 24,517 | | 31,294 | 30 | 736 | |
| Others | Citrulline | 6 | 43 | 5 | 67 | |
| | Ornithine | - | 3,723 | - | 2,579 | |
| | GABA | - | - | 11 | 11 | |
| Total | | 311,129 | 398,235 | 6,783 | 8,408 | |
| Total (essential) | | 110,540 | 139,678 | 347 | 2,907 | |
| Total (branched-chain) | | 54,273 | 68,619 | 85 | 1,576 | |

· 농축잠두단백의 구성 및 유리 아미노산 조성을 분석하여 건조발효산물의 단백질 함량을 고려하여 환산된 결과를 위의 표에 제시하였음. 구성 및 유리 아미노산의 함량은 발효 후 유의적으로 증가하였음. 구성아미노산에서 분지아미노산의 변화를 보면, 발효 전후에 valine은 1.6%에서 1.9%로, isoleucine은 1.4%에서 1.8%로, leucine은 2.5%에서 3.1%로 증가하였으며, 총 분지아미노산은 5.4%에서 6.9%로 증가하였음. 발효 후 분지아미노산의 함량 증가는 유리아미노산에 있어 더욱 두드러졌음.

· 병아리콩가루의 구성 및 유리 아미노산 조성을 분석하여 건조발효산물의 단백질 함량을 고려하여 환산된 결과를 아래 표에 제시하였음. 구성 및 유리 아미노산의 함량은 발효 후 유의적으로 증가하였음. 구성아미노산에서 분지아미노산의 변화를 보면, 발효 전후에 valine은 0.6%에서 2.1%로, isoleucine은 0.6%에서 2.0%로, leucine은 1.0%에서 3.3%로 증가하였으며, 총 분지아미노산은 2.2%에서 7.4%로 증가하였음. 발효 후 분지아미노산의 함량 증가는 유리아미노산에 있어 더욱 두드러졌음.

[병아리콩가루의 구성 및 유리 아미노산 조성에 대한 고상 발효 공정의 영향]

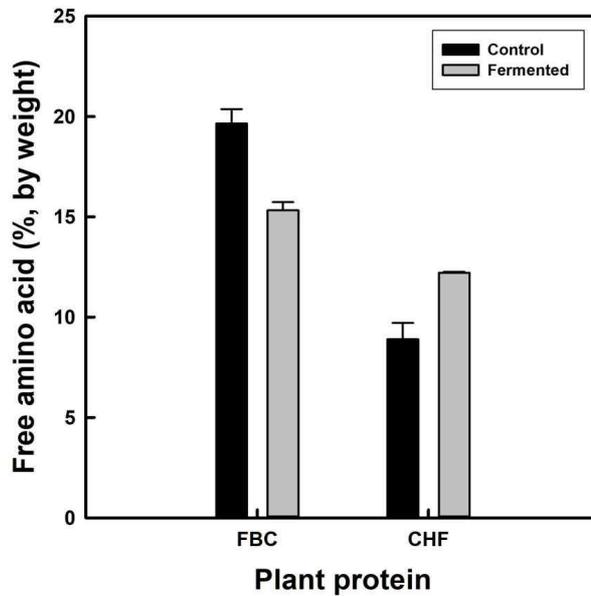
(Unit: mg AA/kg dry material)

| Amino acid | Compositional amino acid | | Free amino acid | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------|------------|
| | Control | Fermented | Control | Fermented | | |
| Common | Aspartic acid | 15,200 | 48,084 | 19 | 213 | |
| | Glutamic acid | 28,527 | 90,521 | 154 | 1,480 | |
| | Serine | 6,943 | 22,137 | 5 | 48 | |
| | Glycine | 5,224 | 17,120 | 16 | 137 | |
| | Arginine | 10,756 | 32,168 | 424 | 79 | |
| | Alanine | 5,571 | 18,580 | 10 | 1,158 | |
| | Tyrosine | 4,216 | 13,677 | 60 | 329 | |
| | Proline | 4,846 | 14,526 | 9 | 81 | |
| | Asparagine | - | - | 22 | 203 | |
| | Glutamine | - | - | 4 | 77 | |
| | Essential | Non | Histidine | 3,307 | 10,655 | 16 |
| Threonine | | | 5,034 | 16,260 | 10 | 236 |
| Methionine | | | 1,703 | 4,984 | 3 | 185 |
| Phenylalanine | | | 7,116 | 23,011 | 6 | 848 |
| Lysine | | | 6,792 | 21,897 | 15 | 825 |
| Tryptophane | | | n.a. | 982 | 39 | 207 |
| Valine | | | 6,266 | 20,950 | 5 | 634 |
| Branched-chain Isoleucine | 6,174 | 20,129 | 3 | 557 | | |
| Leucine | 10,184 | 33,420 | 3 | 1,466 | | |
| Others | Citrulline | - | - | 2 | 125 | |
| | Ornithine | - | 689 | - | 576 | |
| | GABA | - | 585 | 4 | 579 | |
| Total | 127,861 | 410,375 | 829 | 10,179 | | |
| Total (essential) | 46,576 | 152,289 | 99 | 5,096 | | |
| Total (branched-chain) | 22,624 | 74,498 | 11 | 2,656 | | |

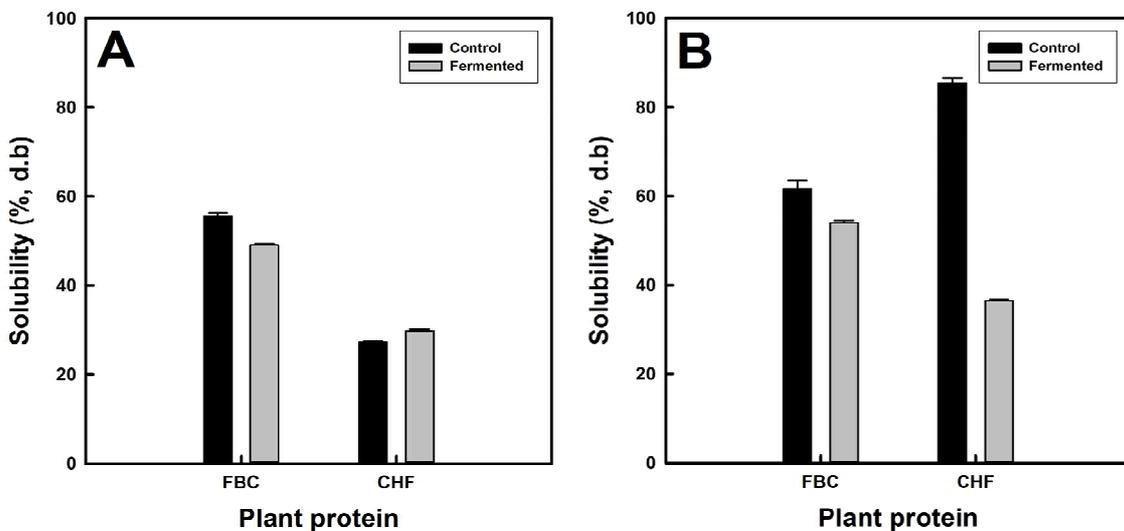
· 이상의 결과를 종합할 때, Bacillus 종균을 이용하여 농축잠두단백과 병아리콩가루를 고상 발효하여 제조한 발효산물들은 조단백질 함량이 증가하였으며, 분지아미노산 함량이 비약적으로 증가하는 것을 알 수 있었음. 따라서 본 연구에서 확립된 Bacillus 종균과 고상 발효 공정은 고함유 분지아미노산 단백질소재의 제조를 위해 유효한 것으로 판단됨.

· 70% ethanol 수용액을 이용하여 발효 전후 농축잠두단백과 병아리콩가루로부터 유리아미노산을 추출하여 중량법으로 그 함량을 분석하였음. 농축잠두단백은 발효 전 대조군이 발효 후 발효산물에 비해 높은 조 유리아미노산 함량을 나타내었음. 유리아미노산 분석결과와 상반된 결과를 나타내었는데, 이는 추출용매의 차이 때문으로 생각됨.

· 반면 병아리콩가루는 발효 전 대조군에 비해 발효 후 발효산물이 높은 조 유리아미노산 함량을 나타내었음. 유리아미노산 분석결과와 일치하는 결과를 나타내었음. 조 유리아미노산 함량은 70% ethanol 수용액에 용해되는 물질을 정량한 것이기에 아미노산만을 분석한 결과와는 상이한 것으로 판단됨.



[농축잠두단백과 병아리콩가루의 유리아미노산(중량 기준)에 대한 고상 발효의 효과]

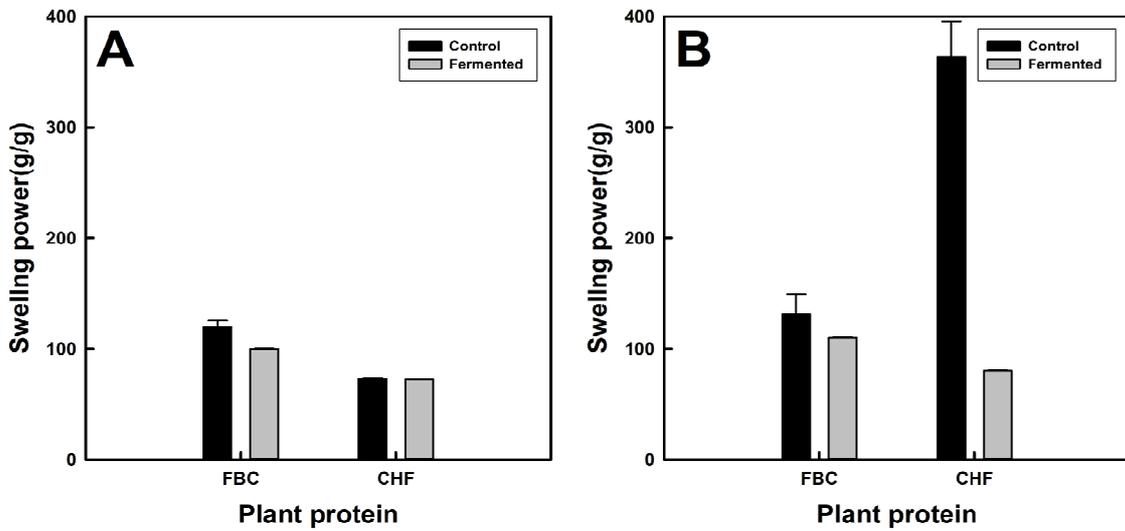


[농축잠두단백과 병아리콩가루의 용해도에 대한 고상 발효의 효과]

(A) 25°C, (B) 95°C

· 농축잠두단백과 병아리콩가루의 발효 전후 용해도를 조사하였음. 농축잠두단백의 경우, 발효 후 용해도가 소폭 감소하였으며, 95°C가 25°C 보다 용해도는 증가하였지만 용해도 양상은 25°C에서처럼 발효산물이 적은 수준을 나타내었음. 이는 Bacillus 종균이 배출하는 단백질분해효소에 의해 농축잠두단백의 단백질이 변성되며, 내부의 소수성 작용기들이 외부로 노출되면서 용해도가 낮아진 것으로 생각된다.

· 병아리콩가루의 경우, 25°C보다 95°C에서 더욱 높은 용해도를 나타내었음. 25°C에서는 발효산물이 대조군보다 높은 용해도를 나타내었지만, 95°C에서는 양상이 역전되었음. 이는 대조군이 높은 함량의 전분을 보유하고 있어 95°C에서 가열하면서 전분들이 용해되었기 때문으로 판단됨.



[농축잠두단백과 병아리콩가루의 용해도에 대한 고상 발효의 효과]

· 농축잠두단백과 병아리콩가루의 발효 전후 팽윤력을 조사하였음. 농축잠두단백의 경우, 팽윤력은 25℃와 95℃에서 모두 대조군보다 발효산물이 낮은 수준을 나타내었음. 이는 발효 중 농축잠두단백의 단백질이 변성되면서 내부의 소수성 작용기들이 노출되었기 때문으로 판단됨. 그럼에도 95℃가 25℃보다 높은 팽윤력을 나타내었음. 병아리콩가루의 경우, 25℃에서는 대조군과 발효산물이 유사한 팽윤력을 나타내었으나, 95℃에서는 대조군이 발효산물보다 매우 높은 팽윤력을 나타내었는데, 이는 대조군의 전분함량이 발효산물보다 2배 이상 많기 때문으로 생각됨.

4. 고함유 분지아미노산 단백질소재의 시제품 생산 및 평가

· 고함유 분지아미노산 단백질소재의 시제품 생산을 위해 (주)에이치엔아이에 노하우 기술이전(전용실시권, '식물성 발효단백소재 제조 기술')을 하였음.

· (주)에이치엔아이에서 이전받은 기술에 대해 공장에서 대량생산을 위한 제조조건 및 제조환경의 조정을 수행하였으며, 2022년 11월 11일에 분지아미노산 고함유 단백질소재의 시제품(식물성 발효단백소재)을 생산·완료하였음.



[식물성 발효단백소재 시제품]

· 시제품에 대한 분석이 수행 중에 있으며, 시제품에 대한 평가가 완료된 후 (주)에이치엔아이에서 2023년 2월 말까지 분지아미노산 고함유 단백질소재의 산업화를 달성할 계획이며, 이후 주관연구기관의 무스형 연하식에 적용을 하기 위해 판매를 시작할 계획임.

○ 요약 및 결론

· *Bacillus*를 이용한 대두발효에서 생산되는 아미노산 profile은 *Bacillus* 종 특이적으로 달라짐을 확인함.

· 동일한 *Bacillus* 종에서 균주간의 아미노산 profile의 차이는 단백질분해활성에 기인함을 세계 최초로 규명함.

· 단백질분해활성이 강한 *B. subtilis*, *B. velezensis* 균주의 선발은 분지아미노산 고생산으로 연결될 수 있다는 결과를 확보함.

· 본 연구에서 선발한 *B. subtilis* SRCM 100333 균주는 *B. subtilis* 평균 및 27개 균주 평균 대비 150% 수준의 필수아미노산 및 분지아미노산을 생산하는 것으로 확인됨.

· *B. velezensis*의 경우, GABA 고생산 균주의 선발 가능성에 대한 과학적 근거가 확보됨.

· 0.5% flavourzyme을 상압에서 1시간 처리 시 식물단백들의 가수분해율은 약 35-40%까지 증가하였으며 4시간 처리 시 50-60%로 가수분해율을 증가시킴

· 0.5% flavourzyme을 이용하여 고압 효소반응 시 상압 효소반응과 비교하여 낮은 가수분해율을 보임

· 시료의 용해도와 유리아미노산 함량은 상압 효소반응(0.5% flavourzyme, 4시간) 조건에서 가장 높음.

· 상압 및 고압 효소반응 조건에서 저분자 단백질이 생성되는 것을 확인하였으며 상압 효소반응에서 더 작은 크기의 단백질가수분해물을 생성하였음.

· *Bacillus* 종균을 이용한 액상 발효 공정은 본 연구에서 사용된 식물단백들을 기질로 발효가 잘 진행되었고, 분지아미노산 함량도 유의적으로 증가시켰으나 발효산물의 회수율이 너무 낮아 경제성이 없었음.

· *Bacillus* 종균을 이용한 고상 발효 공정은 식물단백들을 10일차까지 발효하여 가용성 단백질 가수분해물의 함량을 증가시켰으나 10일 이후에는 가용성 단백질 가수분해물이 감소하거나 거의 변화가 없었음. 그러나 발효산물의 회수율은 액상발효에 비해 더욱 높은 수준을 나타내어 본 연구의 고함유 분지아미노산 단백질소재의 개발을 위한 발효 공정으로 고상 발효 공정을 결정하였음.

· 본 연구에서 적용한 식물단백들 중 농축잠두단백과 병아리콩가루가 발효취 강도가 온화하여 연하식에 적용이 용이하여 최종적으로 고함유 분지아미노산 단백질소재의 원료로 선발하였음.

· 농축잠두단백과 병아리콩가루를 이용한 고상 발효 공정에서 발효산물의 건조 중량을 기준으로 분지아미노산 함량은 고상 발효를 통해 급격히 증가하는 것을 확인하였음.

· 선발된 원료를 이용하여 고상 발효를 통해 고함유 분지아미노산 단백소재를 개발하는 기술을 (주)에 이치엔아이에 노하우 기술이전하고 대량생산을 위한 공정 조건을 조율하여 현재 시제품을 제작 중에 있음.

<3차년도> 분지아미노산 고함유 단백소재 제품화 및 고령친화식품 적용

○ 분지아미노산 고함유 단백소재의 생산공정 오염 저감화 기술 개발

가. *B. subtilis* 균주 재동정

· 본 연구에서는 *B. subtilis*로 동정된 120 균주에 대해 *gmk* 유전자 염기 서열 분석을 수행하였음. 분석 결과, 이들 120 균주 모두 *B. subtilis* 임이 확인되었음. 해당 균주들을 이용하여 기능성에 관한 후속 평가를 진행하였음.

나. 소금 내성과 단백질 분해 활성 평가

· 고염 조건에서 발효를 위한 *Bacillus subtilis* 균주의 적합성을 평가하기 위해, 120개의 균주에 대해 소금 내성과 protease 활성을 검사하였음. 이 균주들은 11%, 12%, 13% (w/v) NaCl을 함유하는 TSA에서 배양한 결과, 최대 13%의 소금 농도에서도 단백질 분해 능력을 보이는 24개의 균주를 선별하였음. 단백질 분해 활성은 콩 발효물의 관능적 특성 형성에 중요한 역할을 하므로, 이 활성을 종균 선발의 주요 기준으로 설정하였음. NaCl 농도가 증가할수록 단백질 분해 활성이 감소하는 경향이 관찰되었으나, 선별된 균주들은 높은 염 농도에서도 단백질 분해 능력을 유지함으로써, 콩 발효 제품의 관능적 특성을 향상시킬 가능성을 보여주었음.

다. γ -PGA 생성능 평가

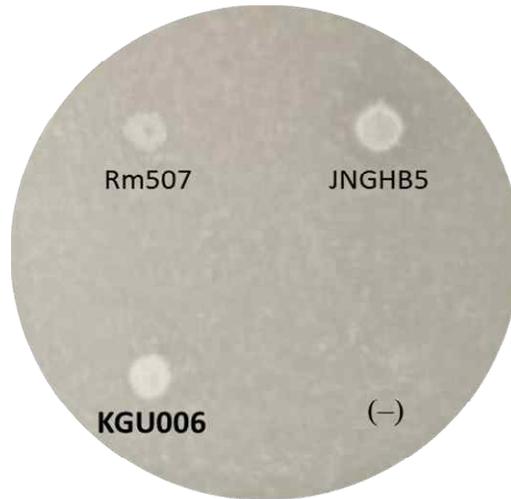
· *Bacillus subtilis* 균주에 의한 γ -PGA 생성능 평가에서, 선발된 24개 균주 중 평균 이상의 γ -PGA를 생성하는 12개의 균주가 선별되었음. 이들 균주는 각각 높은 수준의 γ -PGA를 생산하여, 발효식품의 질감 및 기능성 향상에 이바지할 수 있는 잠재력을 가지고 있음이 확인되었음. 이러한 결과는 γ -PGA의 생산이 발효식품의 영양가와 기능성을 개선하는 중요한 요소임을 나타냄.

라. 병원성 *Bacillus*의 억제능 평가

· 발효과정에서 중요한 안전성 측면을 강화하기 위한 연구로서, *B. cereus* 및 *B. thuringiensis*와 같은 병원성 *Bacillus* 균주들의 성장을 억제할 수 있는 균주들을 검증하였음. 본 연구에서는, 성장을 억제할 수 있는 *B. subtilis* 균주 3종의 활성을 확인하였음. *B. cereus*가 접종된 도포 배지에서 선발된 3개의 균주가 negative control인 *B. subtilis* 0M118에 비해 성장 억제 활성을 나타냄을 관찰하였음. 특히, 발효된 증자 대두에서 유리 필수 아미노산 생성을 증가시킨 것으로 밝혀진 *Bacillus subtilis* KGU006 균주가 최종적으로 선택되었음.

[*B. cereus* and *B. thuringiensis*의 생장에 대한 *B. subtilis* strains의 억제능]

| Strain | <i>B. subtilis</i> | | | |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|---|
| | Rm507 | JNGHB5 | KGU006 | |
| <i>B. cereus</i> | KCCM43228 | + | + | + |
| | KCCM43230 | + | ± | + |
| | ATCC14579 | + | + | + |
| <i>B. thuringiensis</i> | KACC10168 | + | + | + |
| | KACC12061 | + | + | + |
| | KACC12074 | + | + | + |

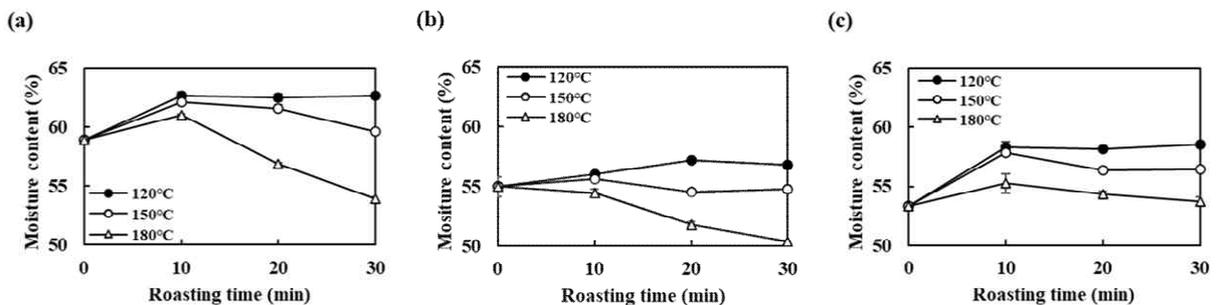


(-): Negative strain

[Bacteriolytic activity of *B. subtilis* strains on TSA infused with *B. cereus* KCCM43228]

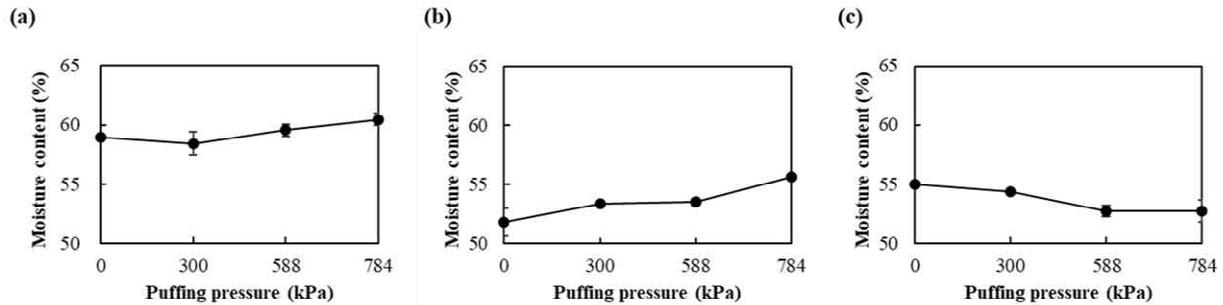
마. 볶음 및 팽화 처리에 따른 백태, 병아리콩, 파바빈의 흡수량 변화

· 백태, 병아리콩, 파바빈의 다공성 구조 형성을 위한 최적 볶음 처리조건 도출을 위하여 볶음 온도와 처리시간을 달리한 시료의 흡수량을 측정하였음. 18시간 수침 후, 수분 정량으로 흡수량을 결정하였고, 흡수량과 다공성 구조가 비례하여 증가하는 것으로 간주하였음. 콩의 종류에 따라 차이는 있지만, 3종류의 콩은 120°C에서 처리시간의 증가에 따라 흡수량이 증가하는 양상을 나타내었음. 150°C와 180°C에서는 10분 처리가 비처리 대비 흡수량을 증가시키지만, 처리시간이 늘어나면 흡수량이 감소하는 경향이 나타내었음. 백태와 파바빈의 경우, 흡수율은 120°C, 10분 처리에서 가장 많이 증가하였지만, 처리시간이 늘어남에 따라 흡수율은 감소하였음. 3종류 콩의 흡수량은 볶음 처리 온도가 높아지고 시간이 길어지면 감소하는 경향을 나타내었음. 본 연구에서는 볶음 처리 온도와 시간을 120°C, 30분으로 결정하였고, 그 조건에서 비처리 대비 백태는 12%, 병아리콩은 2%, 파바빈은 6% 수분 함량이 증가하였음.



[볶음(roasting) 처리한 백태(a), 병아리콩(b) 및 잠두콩(c)의 수침 후 수분함량]

· 볶음 처리와 같이 최적 팽화 처리 조건 도출을 위하여 팽화 압력을 달리한 시료의 흡수량을 측정 하였음. 백태의 경우, 팽화 압력이 증가할수록 흡수량이 증가하였지만, 병아리콩은 300 kPa과 588 kPa 압력 조건에서 흡수량의 차이가 뚜렷하지 않았음. 784 kPa 처리 백태와 병아리콩은 가장 높은 흡수를 나타냈지만, 수침 후 물리적 형태가 유지되지 않았음. 파바빈은 압력 증가와 흡수량이 반비례하는 경향을 나타냈음. 흡수량과 물성을 종합적으로 고려하여 588 kPa을 팽화 처리 압력으로 결정하였음.



[팽화(puffing) 처리한 백태(a), 병아리콩(b) 및 잠두콩(c)의 수침 후 수분함량]

바. 가공 처리에 따른 백태, 병아리콩, 파바빈의 구성아미노산 함량

· 백태, 병아리콩, 파바빈의 볶음, 팽화, 발효, 그리고 복합처리에 따른 구성아미노산 함량의 정량 분석 결과를 총 구성아미노산 함량 대비 각 아미노산 비중으로 평가하여 정리하였음.

[가공처리 후 백태의 상대적 아미노산 함량]

| Amino acid (%) | Control | Fermentation | Roasting | Puffing | Roasting and fermentation | Puffing and fermentation |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Non-essential amino acid | | | | | | |
| Alanine | 4.49 ± 0.07 ^{ab} | 5.30 ± 0.04 ^c | 4.46 ± 0.00 ^{ab} | 4.65 ± 0.01 ^{ab} | 4.45 ± 0.19 ^a | 4.68 ± 0.03 ^b |
| Arginine | 8.50 ± 0.02 ^b | 6.79 ± 0.42 ^a | 8.50 ± 0.50 ^b | 7.22 ± 0.01 ^a | 7.23 ± 0.15 ^a | 7.03 ± 0.12 ^a |
| Aspartic acid | 12.18 ± 0.06 ^{cd} | 10.78 ± 0.15 ^a | 12.04 ± 0.03 ^c | 12.57 ± 0.30 ^d | 11.44 ± 0.33 ^b | 11.96 ± 0.05 ^c |
| Glutamic acid | 21.99 ± 0.28 ^a | 24.46 ± 0.35 ^c | 22.05 ± 0.14 ^a | 22.09 ± 0.15 ^a | 23.24 ± 0.05 ^b | 22.14 ± 0.23 ^a |
| Glycine | 4.23 ± 0.01 ^b | 3.96 ± 0.10 ^a | 4.16 ± 0.09 ^b | 4.26 ± 0.10 ^b | 4.18 ± 0.05 ^b | 4.09 ± 0.03 ^{ab} |
| Proline | 4.01 ± 0.13 ^a | 4.85 ± 0.44 ^{bc} | 4.66 ± 0.14 ^{bc} | 5.01 ± 0.14 ^{bc} | 4.60 ± 0.16 ^b | 5.19 ± 0.09 ^c |
| Serine | 5.37 ± 0.01 ^{bc} | 4.01 ± 0.02 ^a | 5.27 ± 0.01 ^{bc} | 5.64 ± 0.08 ^c | 4.29 ± 0.48 ^a | 5.04 ± 0.10 ^b |
| Tyrosine | 3.18 ± 0.03 ^{ab} | 3.31 ± 0.16 ^{ab} | 3.01 ± 0.14 ^a | 3.28 ± 0.04 ^{ab} | 3.33 ± 0.27 ^{ab} | 3.57 ± 0.21 ^b |
| Essential amino acid | | | | | | |
| Histidine | 2.66 ± 0.07 ^{ab} | 2.79 ± 0.12 ^{ab} | 2.61 ± 0.06 ^{ab} | 2.56 ± 0.05 ^a | 2.84 ± 0.17 ^b | 2.66 ± 0.05 ^{ab} |
| Lysine | 6.20 ± 0.01 ^b | 5.91 ± 0.20 ^b | 5.93 ± 0.03 ^b | 4.81 ± 0.10 ^a | 6.08 ± 0.37 ^b | 4.92 ± 0.10 ^a |
| Phenylalanine | 5.37 ± 0.06 ^a | 5.70 ± 0.04 ^b | 5.32 ± 0.06 ^a | 5.46 ± 0.08 ^{ab} | 5.75 ± 0.27 ^b | 5.72 ± 0.02 ^b |
| Threonine | 4.06 ± 0.06 ^{bc} | 3.73 ± 0.09 ^a | 4.17 ± 0.03 ^{bc} | 4.35 ± 0.05 ^c | 3.93 ± 0.25 ^{ab} | 4.24 ± 0.08 ^{bc} |
| Isoleucine ¹⁾ | 4.87 ± 0.11 ^a | 4.81 ± 0.03 ^a | 4.90 ± 0.06 ^a | 4.99 ± 0.14 ^{ab} | 4.95 ± 0.01 ^{ab} | 5.14 ± 0.01 ^b |
| Leucine ¹⁾ | 7.98 ± 0.11 ^a | 8.07 ± 0.02 ^{ab} | 7.96 ± 0.10 ^a | 8.30 ± 0.12 ^{bc} | 8.30 ± 0.16 ^{bc} | 8.48 ± 0.00 ^c |
| Valine ¹⁾ | 4.92 ± 0.06 ^a | 5.11 ± 0.04 ^{ab} | 4.96 ± 0.02 ^{ab} | 4.81 ± 0.14 ^a | 5.22 ± 0.23 ^b | 5.06 ± 0.01 ^{ab} |
| Non-proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Ornithine | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.42 ± 0.59 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.14 ± 0.20 ^a | 0.10 ± 0.01 ^a |
| Total essential amino acids | 36.05 ± 0.49 ^{ab} | 36.12 ± 0.50 ^{ab} | 35.85 ± 0.31 ^{ab} | 35.29 ± 0.47 ^a | 37.08 ± 0.97 ^b | 36.22 ± 0.07 ^{ab} |
| Total branched-chain amino acid ¹⁾ | 17.76 ± 0.29 ^a | 17.99 ± 0.05 ^{abc} | 17.82 ± 0.19 ^{ab} | 18.11 ± 0.40 ^{abc} | 18.48 ± 0.41 ^{bc} | 18.68 ± 0.01 ^c |

Different superscripts within a row denote a significant difference between mean values ($p < 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

¹⁾Isoleucine, leucine, and valine are referred as branched-chain amino acids having protein anabolic activity within essential amino acids.

[가공처리 후 병아리콩의 상대적 아미노산 함량]

| Amino acid (%) | Control | Fermentation | Roasting | Puffing | Roasting and fermentation | Puffing and fermentation |
|--|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Non-essential amino acid | | | | | | |
| Alanine | 4.66 ± 0.05 ^a | 8.53 ± 0.00 ^b | 4.65 ± 0.07 ^a | 4.73 ± 0.00 ^a | 6.03 ± 0.57 ^a | 7.59 ± 1.31 ^b |
| Arginine | 10.31 ± 0.07 ^c | 6.42 ± 0.65 ^a | 9.48 ± 0.16 ^{bc} | 8.60 ± 0.18 ^b | 6.39 ± 0.61 ^a | 5.99 ± 0.91 ^a |
| Aspartic acid | 12.40 ± 0.01 ^c | 9.46 ± 0.58 ^a | 12.67 ± 0.07 ^c | 12.90 ± 0.14 ^c | 10.51 ± 0.15 ^b | 10.96 ± 0.41 ^b |
| Glutamic acid | 20.06 ± 0.19 ^{ab} | 24.77 ± 1.96 ^c | 20.11 ± 0.35 ^{ab} | 19.60 ± 0.07 ^a | 21.96 ± 0.21 ^b | 19.67 ± 0.39 ^a |
| Glycine | 4.01 ± 0.06 ^b | 3.44 ± 0.17 ^a | 4.04 ± 0.07 ^b | 4.03 ± 0.01 ^b | 3.61 ± 0.06 ^a | 3.59 ± 0.07 ^a |
| Proline | 3.53 ± 0.41 ^a | 3.45 ± 0.52 ^a | 3.69 ± 0.22 ^{ab} | 4.30 ± 0.04 ^{bc} | 4.58 ± 0.07 ^c | 4.86 ± 0.27 ^c |
| Serine | 5.45 ± 0.03 ^b | 3.49 ± 0.12 ^a | 5.61 ± 0.13 ^b | 5.75 ± 0.09 ^b | 3.69 ± 0.14 ^a | 3.92 ± 0.47 ^a |
| Tyrosine | 2.23 ± 0.01 ^a | 2.52 ± 0.07 ^{bc} | 2.08 ± 0.00 ^a | 2.31 ± 0.06 ^{ab} | 2.63 ± 0.19 ^c | 2.70 ± 0.07 ^c |
| Essential amino acid | | | | | | |
| Histidine | 2.74 ± 0.08 ^a | 2.76 ± 0.19 ^a | 2.64 ± 0.21 ^a | 2.66 ± 0.08 ^a | 2.99 ± 0.02 ^a | 2.92 ± 0.19 ^a |
| Lysine | 6.70 ± 0.08 ^{cd} | 6.33 ± 0.23 ^{ab} | 6.78 ± 0.11 ^d | 6.02 ± 0.12 ^a | 6.54 ± 0.00 ^{bcd} | 6.35 ± 0.19 ^{abc} |
| Phenylalanine | 6.31 ± 0.00 ^a | 6.66 ± 0.36 ^a | 6.41 ± 0.05 ^a | 6.60 ± 0.02 ^a | 7.24 ± 0.09 ^b | 7.28 ± 0.18 ^b |
| Threonine | 4.03 ± 0.08 ^{bc} | 3.55 ± 0.24 ^a | 3.93 ± 0.03 ^{bc} | 4.06 ± 0.02 ^c | 3.76 ± 0.13 ^{abc} | 3.71 ± 0.14 ^{ab} |
| Isoleucine ¹⁾ | 4.73 ± 0.01 ^a | 4.65 ± 0.34 ^a | 4.77 ± 0.11 ^a | 5.02 ± 0.07 ^a | 5.01 ± 0.21 ^a | 5.03 ± 0.24 ^a |
| Leucine ¹⁾ | 8.13 ± 0.04 ^a | 8.11 ± 0.42 ^a | 8.34 ± 0.02 ^{ab} | 8.65 ± 0.02 ^{bc} | 8.87 ± 0.21 ^c | 9.11 ± 0.02 ^c |
| Valine ¹⁾ | 4.72 ± 0.13 ^a | 4.95 ± 0.37 ^{ab} | 4.80 ± 0.10 ^a | 4.77 ± 0.01 ^a | 5.37 ± 0.19 ^b | 5.19 ± 0.05 ^{ab} |
| Non-proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Ornithine | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.90 ± 1.27 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.82 ± 1.16 ^a | 1.13 ± 0.49 ^a |
| Total essential amino acids | 37.37 ± 0.01 ^{ab} | 37.03 ± 2.17 ^a | 37.67 ± 0.31 ^{ab} | 37.78 ± 0.29 ^{ab} | 39.78 ± 0.81 ^b | 39.59 ± 0.11 ^b |
| Total branched-chain amino acids ¹⁾ | 17.58 ± 0.08 ^a | 17.72 ± 1.14 ^a | 17.91 ± 0.19 ^{ab} | 18.44 ± 0.10 ^{ab} | 19.26 ± 0.61 ^b | 19.33 ± 0.30 ^b |

Different superscripts within a row denote a significant difference between mean values ($p < 0.05$) according to Ducan's multiple range test.

¹⁾Isoleucine, leucine, and valine are referred as branched-chain amino acids having protein anabolic activity within essential amino acids.

[가공처리 후 잡두의 상대적 아미노산 함량]

| Amino acid (%) | Control | Fermentation | Roasting | Puffing | Roasting and fermentation | Puffing and fermentation |
|--|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Non-essential amino acid | | | | | | |
| Alanine | 4.69 ± 0.05 ^a | 6.59 ± 0.32 ^{ab} | 4.63 ± 0.07 ^a | 4.71 ± 0.02 ^a | 7.12 ± 0.06 ^b | 6.47 ± 1.89 ^{ab} |
| Arginine | 11.09 ± 0.22 ^d | 7.20 ± 0.03 ^a | 10.36 ± 0.51 ^{cd} | 9.59 ± 0.13 ^c | 6.93 ± 0.31 ^a | 8.19 ± 0.55 ^b |
| Aspartic acid | 11.69 ± 0.11 ^{bc} | 9.76 ± 0.02 ^a | 12.00 ± 0.17 ^c | 11.93 ± 0.08 ^c | 9.86 ± 0.12 ^a | 11.09 ± 0.55 ^b |
| Glutamic acid | 21.32 ± 0.33 ^a | 26.24 ± 0.44 ^c | 20.90 ± 0.26 ^a | 20.83 ± 0.02 ^a | 24.07 ± 0.18 ^b | 21.01 ± 0.64 ^a |
| Glycine | 4.33 ± 0.04 ^b | 3.99 ± 0.03 ^a | 4.33 ± 0.13 ^b | 4.10 ± 0.00 ^{ab} | 3.98 ± 0.10 ^a | 3.83 ± 0.20 ^a |
| Proline | 3.55 ± 0.02 ^a | 3.91 ± 0.21 ^{ab} | 3.73 ± 0.31 ^a | 4.35 ± 0.20 ^{bc} | 4.78 ± 0.30 ^c | 4.75 ± 0.23 ^c |
| Serine | 5.22 ± 0.00 ^c | 4.05 ± 0.07 ^a | 5.31 ± 0.16 ^c | 5.31 ± 0.02 ^c | 4.12 ± 0.04 ^{ab} | 4.60 ± 0.47 ^b |
| Tyrosine | 2.48 ± 0.14 ^a | 2.95 ± 0.01 ^a | 2.53 ± 0.00 ^a | 2.73 ± 0.03 ^a | 2.87 ± 0.02 ^a | 2.90 ± 0.43 ^a |
| Essential amino acid | | | | | | |
| Histidine | 2.81 ± 0.15 ^a | 2.89 ± 0.13 ^a | 2.69 ± 0.06 ^a | 2.66 ± 0.16 ^a | 2.86 ± 0.08 ^a | 2.66 ± 0.07 ^a |
| Lysine | 6.65 ± 0.21 ^d | 6.29 ± 0.18 ^{bc} | 6.70 ± 0.04 ^d | 5.93 ± 0.02 ^a | 6.48 ± 0.09 ^{cd} | 6.07 ± 0.14 ^{ab} |
| Phenylalanine | 4.56 ± 0.03 ^a | 5.01 ± 0.00 ^b | 4.71 ± 0.08 ^a | 4.94 ± 0.05 ^b | 5.09 ± 0.06 ^{bc} | 5.25 ± 0.15 ^c |
| Threonine | 4.03 ± 0.00 ^b | 3.46 ± 0.08 ^a | 3.95 ± 0.06 ^b | 4.11 ± 0.06 ^b | 3.53 ± 0.13 ^a | 3.74 ± 0.35 ^{ab} |
| Isoleucine ¹⁾ | 4.52 ± 0.09 ^{abc} | 4.21 ± 0.00 ^a | 4.68 ± 0.04 ^{bc} | 4.89 ± 0.09 ^c | 4.32 ± 0.28 ^{ab} | 4.80 ± 0.27 ^c |
| Leucine ¹⁾ | 8.04 ± 0.03 ^{ab} | 7.93 ± 0.05 ^a | 8.30 ± 0.04 ^{bc} | 8.59 ± 0.01 ^{cd} | 8.30 ± 0.18 ^{bc} | 8.75 ± 0.23 ^d |
| Valine ¹⁾ | 5.03 ± 0.12 ^a | 4.99 ± 0.13 ^a | 5.17 ± 0.08 ^a | 5.34 ± 0.09 ^a | 5.15 ± 0.33 ^a | 5.38 ± 0.13 ^a |
| Non-proteinogenic amino acid | | | | | | |
| Ornithine | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.54 ± 0.76 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.00 ± 0.00 ^a | 0.53 ± 0.75 ^a | 0.50 ± 0.35 ^a |
| Total essential amino acids | 35.64 ± 0.62 ^{ab} | 34.78 ± 0.31 ^a | 36.21 ± 0.03 ^{ab} | 36.46 ± 0.43 ^b | 35.73 ± 0.97 ^{ab} | 36.66 ± 0.48 ^b |
| Total branched-chain amino acids ¹⁾ | 17.58 ± 0.24 ^{ab} | 17.13 ± 0.08 ^a | 18.15 ± 0.09 ^{bc} | 18.82 ± 0.18 ^c | 17.77 ± 0.79 ^{ab} | 18.93 ± 0.36 ^c |

Different superscripts within a row denote a significant difference between mean values ($p < 0.05$) according to Ducan's multiple range test.

¹⁾Isoleucine, leucine, and valine are referred as branched-chain amino acids having protein anabolic activity within essential amino acids.

사. 볶음 및 팽화 처리가 콩류의 아미노산 함량에 미치는 영향

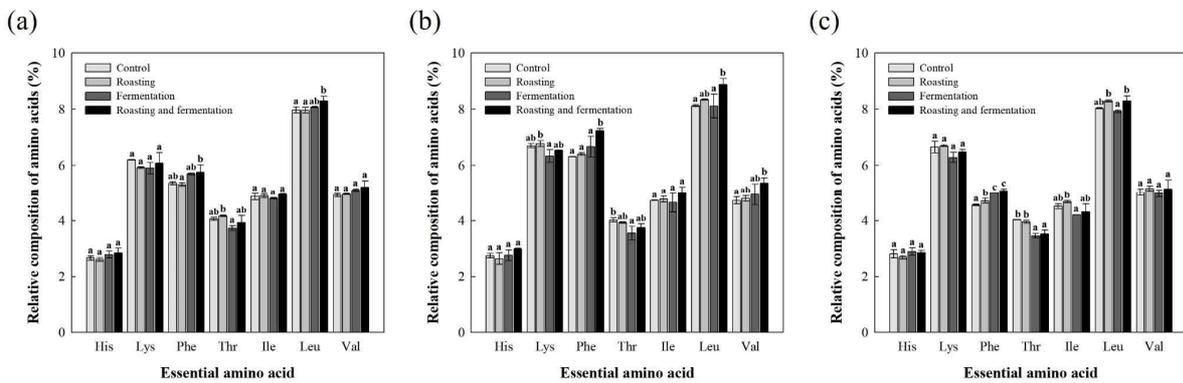
· 볶음 처리는 비처리 대비 백태의 proline 함량비를 증가시켰지만, 3종류 콩의 아미노산 함량비에 통계적으로 의미 있는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났음. 팽화 처리는 3종류 콩의 arginine과 lysine 함량비는 감소시켰지만, proline과 leucine의 함량비는 증가시키는 것으로 나타났음. 볶음보다는 팽화 처리가 3종류 콩의 아미노산 함량비에 영향을 미치는 가공법으로 나타났음. 필수아미노산 함량비 합에는 두 처리 모두 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났음.

아. 발효가 콩류의 아미노산 함량에 미치는 영향

· *B. subtilis* 균주를 첨가하여 발효한 3종류 콩으로부터 나타난 공통적 결과는 비처리 대비 arginine, aspartic acid, glycine, serine, threonine 함량비는 감소하고, glutamic acid 함량비는 증가하는 것으로 나타났음. Alanine, lysine, phenylalanine은 2종류 콩에서 함량비의 변화가 나타났음. 본 실험에서 적용한 발효 조건에서는 필수아미노산의 함량비 합에는 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났음.

자. 볶음과 발효 복합처리가 콩류의 아미노산 함량에 미치는 영향

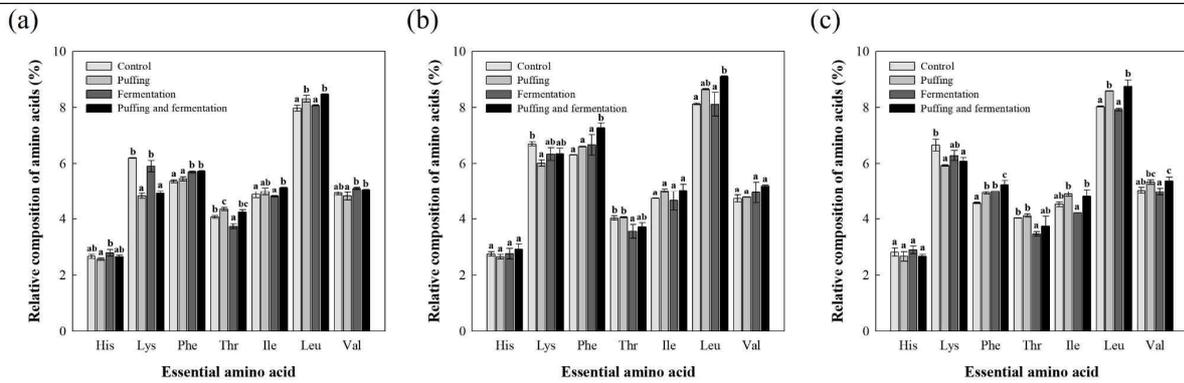
· 콩류의 볶음 처리 후, 발효를 진행하여 아미노산 조성을 분석한 결과, 3종에서 공통적으로 arginine, aspartic acid, serine의 함량비는 감소하고, proline과 phenylalanine의 함량비는 증가하는 것으로 나타났음. 2종류 이상의 콩에서 나타난 아미노산 함량비 변화를 고려하면 arginine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, serine, phenylalanine의 변화는 발효에 의한 영향으로 추정됨. 발효를 통해 의미 있는 증가가 나타나지 않았던 leucine과 valine의 증가가 백태와 병아리콩에서 확인되었음. 발효에 의해 감소하였던 lysine은 볶음 처리가 추가됨에 따라 비처리 시료 대비 감소폭이 줄어드는 것으로 나타났음. 볶음 처리가 이들 세 아미노산의 발효에 영향을 미친 것으로 추정됨. 볶음과 발효 복합처리는 필수아미노산 함량비 합은 증가시켰지만, 통계적 유의성은 높지 않은 것으로 나타났음.



[발효 백태(a), 병아리콩(b)과 잠두(c)의 상대적 필수아미노산 함량에 대한 볶음 처리의 영향]

차. 팽화와 발효 복합처리가 콩류의 아미노산 함량에 미치는 영향

· 콩류의 팽화 처리 후, 발효를 진행하여 아미노산 조성을 분석한 결과, 3종에서 공통적으로 arginine 함량비는 감소하고, proline과 phenylalanine, leucine의 함량비는 증가하는 것으로 나타났음. 2종류 이상의 콩에서 나타난 아미노산 함량비 변화를 고려하면 arginine, glycine, serine, lysine, phenylalanine의 변화는 발효에 의한 영향으로 추정됨. 발효를 통해 의미 있는 증가가 나타나지 않았던 leucine의 증가가 콩류 3종 모두에서 확인되었음. 발효에 의해 유의적 변화가 나타나지 않았던 proline과 leucine의 증가는 팽화 처리의 영향으로 해석됨. 팽화와 발효 복합처리는 필수아미노산 함량비 합은 증가시켰지만, 통계적 유의성은 높지 않은 것으로 나타났음.



[발효 백태(a), 병아리콩(b)과 잠두(c)의 상대적 필수아미노산 함량에 대한 팽화 처리의 영향]

타. 복합처리가 콩류의 필수아미노산 함량에 미치는 영향

· 발효에 앞서 물리적 처리를 추가하면 arginine의 경우, 물리적 처리와 발효의 효과가 증폭되는 현상이 나타났고, 발효에 의한 큰 변화가 없었던 proline, leucine 등의 복합처리를 통한 함량비 증가를 확인할 수 있었음. 복합처리에 의한 필수아미노산 함량비 증가 양상의 구체화를 위하여 복합처리가 필수아미노산 함량비에 미치는 영향을 재분석하였음. 복합처리에서는 콩의 종류와 관계없이 각 필수아미노산 함량비 변화 양상은 비슷하게 나타났음. 발효에 의해 감소하는 lysine과 threonine 함량비가 물리적 처리의 추가를 통해 증가하는 것으로 나타났음. Phenylalanine과 leucine, valine은 물리적 처리가 발효 효과에 시너지효과를 줄 수 있는 것으로 나타났음. 필수아미노산 구성비 합비의 변화는 병아리콩에서 가장 높게 나타났고, 볶음과 발효 복합처리의 경우 비처리 대비 각각 6.4% 증가하였음. 팽화와 발효 복합처리의 경우 5.9% 증가하였음. 변화가 작게 나타난 파바빈은 볶음과 발효 복합처리에 의해 0.3%, 팽화와 발효 복합처리에 의해 2.9% 증가하였음.

파. 요약 및 결론

· *Bacillus subtilis*로 발효하는 백태, 병아리콩, 파바빈 3종류 콩의 구성아미노산 프로파일에 볶음 및 팽화 처리 도입이 미치는 영향을 검토하였음. 본 연구에서는 시료 처리 후 흡수량에 근거 볶음 온도와 시간을 120℃, 30분으로, 팽화 압력을 588 kPa로 결정하였음. 볶음 및 팽화 처리는 3종류 콩의 구성아미노산 함량비에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못했지만, 발효는 비처리 대비 arginine, aspartic acid, glycine, serine, threonine 함량비는 감소시키고, glutamic acid 함량비는 증가시키는 것으로 나타났음. 볶음 및 팽화를 발효와 복합처리한 경우, 발효에 의한 아미노산 함량비 변화뿐만 아니라 물리적 처리에 의한 영향이 나타났음. 복합처리는 발효에 의한 lysine과 threonine 감소를 완화하였고, phenylalanine, leucine, valine 증가에 시너지효과를 나타냈음. 복합처리는 콩의 종류와 관계없이 필수아미노산 함량비를 비슷한 양상으로 변화시켰고, 필수아미노산 총 함량비를 유의적으로 증가시켰음.

○ 분지아미노산 고함유 단백질의 대량생산 및 제품화

· 고함유 분지아미노산 단백질의 시제품 생산을 위해 (주)에이치엔아이에 노하우 기술이전(전용실시권, '식물성 발효단백소재 제조 기술')을 하였음.

· (주)에이치엔아이에서 이전받은 기술에 대해 공장에서 대량생산을 위한 제조조건 및 제조환경의 조정을 수행하였으며, 2022년 11월 11일에 분지아미노산 고함유 단백질의 시제품(식물성 발효단백소재)을 생산·완료하였음.



[식물성 발효단백소재 시제품]

- (주)에이치엔아이에서 이전받은 기술을 활용하여 (주)엔제이에프앤비에서 위탁생산하여 파바빈 발효단백분말을 생산하고 품목제조보고하여 제품화하였음.
 - 품목제조보고일: 2023년 6월 20일
 - 품목제조보고번호: 2019015656132
 - 식품의 유형: 기타가공품
 - 제품명: 파바빈 발효단백분말

발급번호 : MAMD-AYMM-OAFQ-RGDJ-LDBI



식품·식품첨가물 품목제조보고서

| | | | | | | |
|---|--------------------|---|----------|---------------|---------------|--|
| 보고인 | 성명 | 정재도 | | 생년월일 | 1985년 12월 24일 | |
| | 주소 | 부산광역시 동래구 총렬대로428번길 30, 1301호 (안락동, 보하이브) | | 전화번호 | 07073790812 | |
| | | | | 휴대전화 | 01099589426 | |
| 영업소 | 명칭(상호) | (주)엔제이에프앤비 | | 영업등록번호 | 20190156561 | |
| | 소재지 | 부산광역시 기장군 일광면 황계길 7(부산테크노파크 스마트해양바이오센터 생산설비동 일부, A동 103호) | | | | |
| 제품정보 | 식품의 유형 | 기타가공품 | 품목제조보고번호 | 2019015656132 | | |
| | 제품명 | 파바민발효단백분말 | | | | |
| | 소비기한 | 제조일로부터 24개월 | | | | |
| | 품질유지기한 | | | | | |
| | 원재료명 또는 성분명 및 배합비율 | 뒷장에 기재 | | | | |
| | 용도 용법 | 뒷장에 기재 | | | | |
| | 보관방법 및 포장재질 | 뒷장에 기재 | | | | |
| | 포장방법 및 포장단위 | 뒷장에 기재 | | | | |
| | 성상 | 분말 | | | | |
| | 위탁생산 여부 | []에 [O]아니오 | | | | |
| ■ 수탁 영업소의 명칭 및 소재지: ■ 수탁 영업소의 영업의 종류: ■ 위탁제조공정: 품목의 특성 ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [O]해당 없음 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [O]아니오 ■ 고령친화식품으로 표시해 판매하는 식품의 해당 여부 []영양성분 조절제품 []경도 조절제품 []점도조절 제품 [O]해당없음 ■ 기능성표시식품의 해당 여부 []에 [O]아니오 ■ 살균·멸균 제품의 해당 여부 [O]비살균 []살균 []멸균 | | | | | | |
| 기타 | | | | | | |

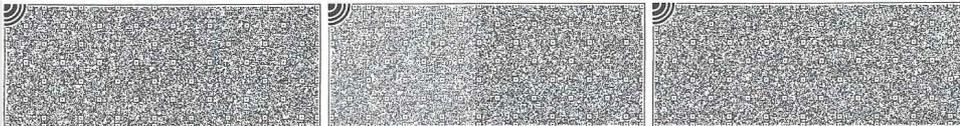
「식품위생법」 제37조 제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조 제1항에 따라 식품 (식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.

2023년 06월 20일
보고인 정재도

부산광역시 기장군수 귀하

품목보고번호 : 2019015656132

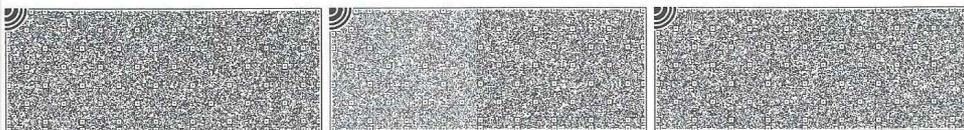
| | | | | | |
|------|-------------|-------|-----|------|---------------|
| 처리부서 | 경제산업국 환경위생과 | 처리자성명 | 류도경 | 처리일자 | 2023년 06월 22일 |
|------|-------------|-------|-----|------|---------------|



발급번호 : MAMD-AYMM-OAFQ-RGDJ-LDBI



| | |
|-------------|---|
| 용도용법 | 식품원료 |
| 보관방법 및 포장재질 | 실온보관 PE포장 |
| 포장방법 및 포장단위 | 1kg, 2kg, 3kg, 5kg, 10kg, 15kg, 20kg, 25kg, 180kg, 200kg, 1ton 분말 |



○ 분지아미노산 고함유 단백질소재의 연하식 적용 및 평가

가. 원료의 화학적 조성

· 본 연구의 원료로 사용한 쌀가루(RF), 농축잠두단백(UTFP)과 병아리콩가루(UTCf)의 화학적 조성을 아래 표에 나타내었음. RF의 건조중량 대비 조단백질, 조지방, 조회분, 총 탄수화물, 총 전분 및 비전분성 탄수화물고분자 함량은 각각 7.7%, 1.0%, 0.7, 90.6%, 89.6%와 1.1%이었고, Han et al. (2012)이 보고한 멥쌀로부터 습식제분하여 제조한 쌀가의 화학적 조성과의 유사하였다. UTFP와 UTCf의 조단백질 함량은 각각 57.3%와 21.7%, 조지방 함량은 각각 3.2%와 6.6%, 조회분 함량은 각각 5.9%와 2.6%, 총 탄수화물 함량은 각각 33.6%와 69.1%, 총 전분 함량은 각각 13.4%

와 52.4%, 비전분성 탄수화물 함량은 각각 20.2%와 16.8%이었다. 이러한 결과는 문헌상에 보고된 기류분급법에 따른 농축잠두단백(Felix et al., 2018)과 병아리콩가루(Kaur & Singh, 2005)의 화학적 조성과의 유사하였다.

[쌀가루(RF), 농축잠두단백(UTFP)와 병아리콩분말(UTCF)의 일반성분]

| Source | Crude protein (% d.b) | Crude fat (% d.b) | Crude ash (% d.b) | Total Carbohydrate (% d.b) | Total starch (% d.b) | Non-starch polysaccharide (% d.b) |
|--------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| RF | 7.7±0.6 ^c | 1.0±0.0 ^c | 0.7±0.0 ^c | 90.6±0.5 ^a | 89.6±1.6 ^a | 1.1±0.5 ^c |
| UTFP | 57.3±0.1 ^a | 3.2±0.1 ^b | 5.9±0.0 ^a | 33.6±0.1 ^c | 13.4±0.0 ^c | 20.2±0.1 ^a |
| UTCF | 21.7±0.7 ^b | 6.6±0.0 ^a | 2.6±0.0 ^b | 69.1±0.6 ^b | 52.4±0.8 ^b | 16.8±0.1 ^b |

Mean value of three replicate measurements; values sharing the lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

나. 고초균 고상발효에 따른 발효식물단백

· 고초균을 이용하여 농축잠두단백과 병아리콩가루를 고상발효하여 제조한 발효식물단백의 수율과 화학적 조성을 아래 표에 제시하였음. 발효농축잠두단백(FMFP)과 발효병아리콩가루(FMCF)의 수율은 초기 투입한 UTFP와 UTCF의 건조중량 대비 각각 89.4%와 92.0%이었음. 초기 투입량보다 회수된 FMFP와 FMCF의 건조중량이 적은 것은 UTFP와 UTCF의 일부가 고초균의 생육을 위해 질소원과 탄소원으로 이용되었기 때문으로 생각됨. 냉수가용성 단백질 함량에 있어, FMFP가 4.3%로 UTFP (7.6%)보다 낮았고, FMCF는 1.5%로 UTCF (0.5%)보다 높으나 차이가 미미하였음. FMFP가 UTFP보다 냉수가용성 단백질 함량이 낮은 것은 고초균이 생육하며 배출하는 단백분해효소(Kim, 2022)에 의해 UTFP의 단백질이 부분적으로 가수분해되며 소수성 아미노산이 외부로 노출된 결과인 것 같음. 환원당 함량은 FMFP와 FMCF가 각각 7.7%와 10.5%로 UTFP (5.3%)와 UTCF (5.1%)보다 높았음. 이 결과는 고초균이 생육하며 배출하는 탄수화물 가수분해효소들(amylase 및 cellulase)에 의해 UTFP와 UTCF의 전분 및 비전분성 탄수화물고분자가 가수분해되었기 때문으로 생각됨(Lee & Kim, 2017). 총 전분 함량은 FMFP와 FMCF가 각각 12.0%와 21.4%이었고, 이들의 원료인 UTFP (13.4%)와 UTCF (52.4%)보다 낮았음. 이러한 현상은 FMFP와 FMCF의 높은 환원당 함량이 뒷받침하는 것처럼 고초균이 생육하며 배출한 amylase가 UTFP와 UTCF의 전분을 가수분해하여 탄소원으로 이용하였기 때문으로 판단됨. 조단백질 함량은 FMFP와 FMCF가 각각 69.3%와 68.9%를 나타내었으며, 이들의 원료인 UTFP (57.3%)와 UTCF (21.7%)보다 높았음. 이처럼 고초균 발효 후 조단백질 함량이 증가하는 것은 전술한 것처럼 전분과 비전분성 탄수화물고분자가 고초균의 탄소원으로 소비되며 상대적으로 조단백질 함량이 증가하였을 뿐만 아니라 고초균의 증식에 따른 고초균 자체의 단백질 함량과 고초균의 단백질 대사에 따라 아미노산들의 생성(Jang et al., 2021)도 일조한 것으로 생각됨.

[발효농축잠두단백(FMFP)와 발효병아리콩가루의 수율 및 화학적 성분]

| Source | Yield ¹ (%, d.b) | CWSP ² (%, d.b) | Reducing sugar ³ (%, d.b) | Total starch (%, d.b) | Crude protein (%, d.b) |
|--------|--------------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| FMFP | 89.4±1.9 ^a | 4.3±0.0 ^a | 7.7±0.1 ^b | 12.0±0.2 ^b | 69.3±0.0 ^a |
| FMCF | 92.0±3.9 ^a | 1.4±0.0 ^b | 10.5±0.3 ^a | 21.4±0.4 ^a | 68.9±0.0 ^a |

Mean value of three replicate measurements; values sharing the lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

¹Defined as the percentage ratio of the dry weight of the fermented to the untreated plant proteins.

²Cold water-soluble protein; the CWSP content of UTFP and UTCF was 7.6% (± 0.0) and 0.5% (± 0.0), respectively.

³The reducing sugar content of UTFP and UTCF was 5.3% (± 0.1) and 5.1% (± 0.1), respectively.

다. 팽윤력

· 쌀가루(RF), 무발효 식물단백(UTFP 및 UTCF), 발효식물단백(FMFP 및 FMCF)과 RF-식물단백 혼합물의 팽윤력을 아래 표에 제시하였음. RF, 무발효 식물단백 및 발효식물단백의 팽윤력은 RF가 11.7 g/g, UTFP가 6.2 g/g, FMFP가 7.1 g/g, UTCF가 7.3 g/g, FMCF가 7.7 g/g 이었음. 무발효 식물단백(UTCF 및 UTFP)보다 발효식물단백(FMFP 및 FMCF)의 팽윤력이 소폭 높았으나 통계적으로 유의적 차이는 없었음. 본 연구의 모든 시료는 팽윤에 주로 이바지하는 전분을 함유하고 있고, 이러한 전분은 단백질로 둘러싸여 있음. 농축잠두단백과 병아리콩가루의 단백질은 80-85°C에서 겔화가 진행되는 열 겔화(thermogelling) 단백질로 알려져 있음(Nivala et al., 2021; Papalamprou et al., 2009). 팽윤력 측정을 위해 무발효 및 발효 식물단백-물 현탁액을 95°C에서 가열하는 동안 농축잠두단백과 병아리콩가루의 단백질은 이미 겔화가 진행 중이거나 겔을 형성하고 있어 전분의 팽윤을 억제할 것이며, 전분보다 보수력이 높은 단백질과 비전분성 탄수화물고분자가 무발효 및 발효 식물단백에 풍부하여 전분의 수화와 팽윤에 이용할 물을 제한되었을 것으로 생각됨(Bae et al., 2020). 또한 본 연구에서 팽윤력 측정을 위해 적용된 원심분리 조건에서 쌀가루와 식물단백(무발효 및 발효) 페이스트의 침전물과 상층액은 명확히 분리되었음. 그러나 쌀가루에서는 투명한 상층액을 얻을 수 있었지만, 무발효 및 발효 식물단백에서는 미세입자들이 분산된 것처럼 보이는 불투명한 상층액을 얻었음. 따라서 이러한 현상이 복합적으로 작용하여 무발효 및 발효 식물단백의 팽윤력이 쌀가루보다 낮은 것으로 판단됨. 한편 RF-식물단백 혼합물의 팽윤력에 관하여, 농축잠두단백(UTFP 및 FMFP) 첨가 혼합물은 농축잠두단백 첨가량이 증가하며 팽윤력이 증가하였음(Table 5). 그러나 RF에 농축잠두단백의 첨가로 팽윤력 측정을 위한 현탁액의 총 고형분 함량이 증가하였음에도 RF-농축잠두단백 혼합물의 팽윤력은 RF와 비교해 통계적으로 유사하거나(UTFP 20% 첨가군) 낮은 수준을 나타내었음. 이것은 RF-농축잠두단백 혼합물에 있어 보수력이 높은 단백질과 비전분성 탄수화물고분자의 함량이 RF보다 상대적으로 높아져 혼합물의 전분이 팽윤에 이용할 수 있는 물이 상대적으로 적어졌기 때문으로 생각됨(Bae et al., 2020). 반면에 RF-병아리콩가루(UTCF 및 FMCF) 혼합물은 RF보다 높은 팽윤력을 나타내었으며, 병아리콩가루 첨가량이 증가하며 팽윤력이 증가하였음. 이와 같은 결과는 냉수가용성 단백질 함량이 매우 적어 RF 과립의 팽윤 억제에 기여를 못 하면서 병아리콩가루 유래 전분이 혼합물의 팽윤에 이바지한 것으로 생각됨. 게다가 UTCF보다 FMCF를 첨가한 혼합물이 첨가물 내에서 낮은 팽윤력을 나타내었는데, 이는 UTCF보다 FMCF의 전분 함량이 적기 때문으로 생각됨.

[쌀가루와 쌀가루-식물단백 혼합물의 팽윤력과 용해도]

| Source | | SP (g/g) | Solubility (% , d.b) | |
|-------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Ingredient | Addition (dry RF basis) | | Soluble fraction | Total carbohydrate |
| RF | | 11.7±1.3 ^{cde} | 10.7±1.1 ^f | 10.3±1.0 ^{de} |
| PR | | | | |
| UTFP ¹ | | 6.2±0.2 ^h | 48.4±1.0 ^a | 11.0±0.0 ^{bcd} |
| FMFP ¹ | | 7.1±0.1 ^{gh} | 39.6±0.0 ^b | 6.2±0.2 ^f |
| UTCF ¹ | | 7.3±0.7 ^{gh} | 30.8±3.7 ^c | 14.1±1.1 ^b |
| FMCF ¹ | | 7.7±0.1 ^{gh} | 27.4±0.6 ^c | 13.8±1.0 ^{bc} |
| RF-PR mixture | | | | |
| UTFP ¹ | 10% | 8.5±0.1 ^{fgh} | 10.1±0.6 ^f | 7.0±0.8 ^f |
| | 20% | 12.9±0.4 ^{bcd} | 17.0±0.3 ^{de} | 13.0±0.8 ^{bcd} |
| FMFP ¹ | 10% | 8.4±0.1 ^{fgh} | 9.8±0.3 ^f | 6.5±0.1 ^f |
| | 20% | 10.7±0.2 ^{def} | 14.1±0.0 ^{def} | 10.7±0.7 ^{cde} |
| UTCF ¹ | 10% | 14.1±0.3 ^{ab} | 18.6±0.4 ^d | 18.0±1.0 ^a |
| | 20% | 16.6±1.1 ^a | 17.5±0.1 ^{de} | 17.2±0.2 ^a |
| FMCF ¹ | 10% | 13.7±1.2 ^{bc} | 14.1±0.9 ^{def} | 13.5±0.9 ^{bc} |
| | 20% | 14.5±0.2 ^{ab} | 12.9±0.7 ^{ef} | 12.2±1.1 ^{bcd} |

Mean value of three replicate measurements; values sharing the lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

¹UTFP and FMFP indicate the untreated and fermented faba bean protein concentrates, respectively; UTCF and FMCF indicate the untreated and fermented chickpea flours, respectively.

라. 용해도

· 쌀가루(RF), 무발효 식물단백(UTFP 및 UTCF), 발효식물단백(FMFP 및 FMCF)과 RF-식물단백 혼합물의 용해도를 위의 표에 제시하였음. 용해도는 팽윤력 분석 시 회수한 상층액의 총 고형분과 총 당 함량으로 나타내었음. RF의 총 고형분 및 총당 기준 용해도는 각각 10.7%와 10.3%이었고, 이는 RF의 용해도는 주로 쌀전분에서 유래되었음을 가리킴. 무발효 및 발효 식물단백의 총 고형분 기준 용해도는 RF보다 약 3.0-4.8배 높았고, UTFP와 UTCF는 각각 FMFP와 FMCF보다 높은 수준을 나타내었음. 이들의 총당 기준 용해도는 총 고형분 기준보다 낮은 수준이었는데, 이것은 식물단백의 용해도는 주로 가용성 단백질 및 겔화된 단백질 미세입자 때문이라는 것을 암시함. 그래서 팽윤력 분석에서 관찰된 미세입자가 분산된 것 같은 불투명한 상층액은 식물단백 유래 단백질들 때문으로 생각됨. 또한 발효 식물단백의 용해도가 무발효 식물단백의 것보다 낮은 것은 전술한 것처럼 고초균이 배출한 단백질분해효소에 의해 단백질의 부분적 가수분해로 소수성 아미노산들이 외부로 노출된 결과로 판단됨. 한편 RF-식물단백 혼합물에 있어, UTFP와 UTCF를 10% 첨가한 혼합물의 총당 기준 용해도는 RF보다 낮았는데, 이는 이들의 낮은 팽윤력 때문인 것 같다. 그렇지만 이들의 총 고형분 기준 용해도는 RF의 것과 통계적으로 유사하였는데, 이것은 UTFP와 UTCF 유래 가용성 단백질 때문으로 생각됨. 그러나 UTFP와 UTCF를 20% 첨가한 혼합물은 RF보다 높은 총 고형분 및 총당 기준 용해도를 나타내었는데, 이는 UTFP와 UTCF 첨가량이 증가하며 가용성 단백질과 비전분성 탄수화물고분자 함량이 상대적으로 풍부해졌기 때문임. 게다가 10% 첨가군에서 관찰된 총당 기준 용해도가 총 고형분 기준 것보다 낮은 현상과 같았음. 반면에 UTCF와 FMCF의 모든 첨가군은 RF보다 총 고형분 및 총당 기준 용해도가 높았고, 총 고형분 기준 용해도와 총당 기준 용해도는 유사하였음. 이들의 용해도는 주로 전분 과립에서 용출된 전분 분자와 UTCF와 FMCF의 비전

분성 탄수화물고분자 또는 환원당이 책임진다는 것을 가리키며, 팽윤력에서 설명한 것처럼 병아리콩가루 단백질은 용해되지 않고 불용성 겔을 형성한 것으로 생각됨. 또한 UTCF와 FMCF의 첨가량이 증가하며 팽윤력이 증가하였음에도 총 고형분 및 총당 기준 용해도가 소폭 감소하였는데, 이는 아마도 병아리콩가루 단백질이 겔화되며 병아리콩가루의 팽윤된 전분과립에서 전분 분자의 용출을 부분적으로 억제하였기 때문인 것 같음.

마. 호화특성

· 쌀가루(RF)와 RF-식물단백 혼합물의 호화특성을 아래 표에 제시하였음. RF의 호화개시온도는 52.2°C, 호화최고온도는 65.6°C와 호화종결온도 73.3°C는 이었음. RF-식물단백 혼합물의 호화개시온도는 55.5-57.9°C, 호화최고온도는 67.3-68.3°C와 호화종결온도는 74.5-76.9°C의 범위에 있었음. RF-식물단백 혼합물의 호화온도는 식물단백의 종류, 발효 여부 및 첨가량에 따른 통계적 유의성은 발견되지 않았지만, 전체적으로 RF보다 높았음. 한편 호화엔탈피는 RF가 11.3 J/g이었고, RF-식물단백 혼합물은 7.3-8.3 J/g의 범위에 있었음. RF-식물단백 혼합물의 호화엔탈피는 RF보다 유의적으로 낮았으나, 식물단백의 종류, 발효 여부 및 첨가량에 따른 통계적 유의성은 없었음. 이처럼 RF보다 RF-식물단백 혼합물의 높은 호화온도와 낮은 호화엔탈피는 RF에 식물단백을 첨가하며 RF의 쌀전분보다 보수력이 큰 단백질과 비전분성 탄수화물고분자 함량이 증가하며, 쌀전분의 호화에 필요한 물의 이용을 제한한 결과임(Bae et al., 2020).

[쌀가루와 쌀가루-식물단백 혼합물의 호화특성]

| Source | | Gelatinization temperature (°C) | | | Gelatinization enthalpy (J/g) |
|-------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Ingredient | Addition (dry RF basis) | Onset | Peak | End | |
| RF | | 52.2±0.6 ^c | 65.6±0.8 ^c | 73.3±1.0 ^b | 11.3±0.1 ^a |
| RF-PR mixture | | | | | |
| UTFP ¹ | 10% | 57.0±0.5 ^{ab} | 67.4±0.0 ^{ab} | 75.4±0.3 ^{ab} | 7.7±0.7 ^b |
| | 20% | 57.1±0.3 ^{ab} | 68.2±0.3 ^a | 76.2±0.2 ^{ab} | 7.9±1.0 ^b |
| FMFP ¹ | 10% | 56.5±0.3 ^{ab} | 67.2±0.2 ^{ab} | 75.0±0.2 ^{ab} | 7.8±0.7 ^b |
| | 20% | 57.4±0.5 ^{ab} | 68.3±0.2 ^a | 76.2±0.5 ^{ab} | 8.0±0.2 ^b |
| UTCF ¹ | 10% | 55.5±0.3 ^b | 66.6±0.3 ^{bc} | 74.5±0.3 ^{ab} | 7.3±0.5 ^b |
| | 20% | 57.9±1.5 ^a | 67.3±0.0 ^{ab} | 76.9±2.3 ^a | 7.4±0.1 ^b |
| FMCF ¹ | 10% | 57.8±0.2 ^{ab} | 67.9±0.5 ^{ab} | 75.9±0.7 ^{ab} | 7.9±1.1 ^b |
| | 20% | 56.9±0.2 ^{ab} | 68.0±0.3 ^{ab} | 75.6±0.0 ^{ab} | 8.3±0.4 ^b |

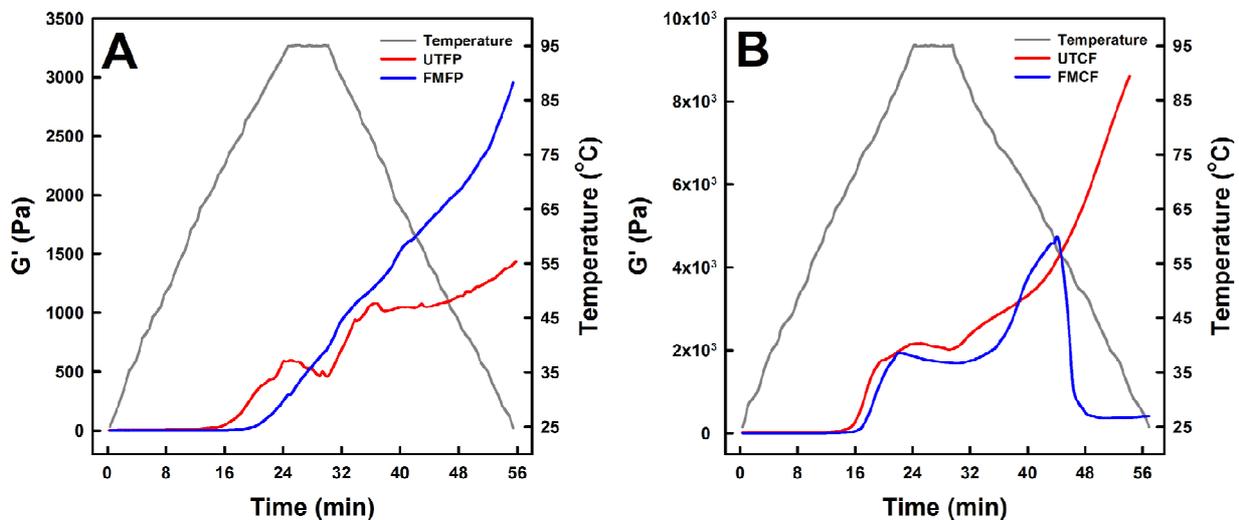
Mean value of three replicate measurements; values sharing the lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

¹UTFP and FMFP indicate the untreated and fermented faba bean protein concentrates, respectively; UTCF and FMCF indicate the untreated and fermented chickpea flours, respectively.

바. 온도에 따른 식물단백의 유변학적 특성

· 무발효(UTFP 및 UTCF) 및 발효(FMFP 및 FMCF) 식물단백의 온도 변화에 따른 탄성계수의 변화를 아래 그림에 제시함. 농축잠두단백과 관련하여, UTFP의 탄성계수(storage modulus)는 69°C 근처에서 상승하기 시작하여 95°C (약 25분경)에서 1차 peak를 형성한 후 95°C 유지영역 마지막까지(약 29분경) 소폭 감소하고, 95°C에서 60°C까지 다시 급격히 증가한 다음 25°C까지 지속해서 완만히 증가하는 양상을 나타내었음. 이러한 탄성계수의 변화양상은 UTFP의 전분의 팽윤과 단백질의

열 겔화 때문으로 판단되며, 특히 95°C 유지영역에서 탄성계수의 일시적 감소는 UTFP 내 팽윤된 전분 과립의 붕괴로 인한 것으로 생각됨(Nivala et al., 2021). UTFP와는 달리 FMFP의 탄성계수는 77-79°C 근처에서 상승하기 시작하여 95°C까지 상승하여 95°C에서 유지한 후 25°C에 도달할 때까지 지속해서 상승하였고, 25°C의 최종 탄성계수(2,954.4 Pa)는 UTFP (1,435.8 Pa)보다 월등히 높은 수준을 나타내었음. 이는 UTFP의 고초균 발효를 통해 FMFP의 낮은 전분 함량과 높은 단백질 함량 때문이며(Table 2), 농축잡두단백의 열 겔화는 전분보다 단백질에 의한 영향이 더욱 큰 것으로 생각됨(Nivala et al., 2021). 한편 병아리콩가루와 관련하여(Fig. 1B), UTCF의 탄성계수는 61°C부터 95°C (약 25분)까지 급격히 상승하여 95°C 유지영역에서 소폭 감소한 후 25°C까지 낮아지며 매우 급격히 상승하였음. 이러한 양상은 병아리콩가루의 주성분인 전분의 팽윤과 열 겔화 단백질이 팽윤된 전분 과립의 붕괴를 최소화하였기 때문으로 생각됨(Papalamprou et al., 2009). 반면 FMCF의 탄성계수는 63°C에서 91°C까지 급격히 증가한 후 95°C 유지영역을 거쳐 88°C까지 냉각되며 서서히 감소하였고, 이후 56°C까지 냉각되며 다시 급격한 증가를 나타내었음. 56°C 이후에는 FMCF의 탄성계수가 47°C까지 급락한 다음 25°C까지 큰 변화 없이 일정한 수준을 유지하였음. FMCF의 탄성계수가 급락한 현상은 형성되었던 단백질-전분 복합 겔 구조가 연속적인 oscillation에 의해 붕괴하였기 때문임. 이것은 고초균 발효 시 배출되는 amylase와 protease에 의해 병아리콩가루의 전분과 단백질의 구조가 손상되었음을 가리키며, 이러한 설명은 UTCF보다 FMCF의 낮은 전분 함량과 감소한 용해도에 의해 설명됨. 결과적으로 FMCF는 안정한 겔 구조를 형성하지 못하는 것으로 판단됨.



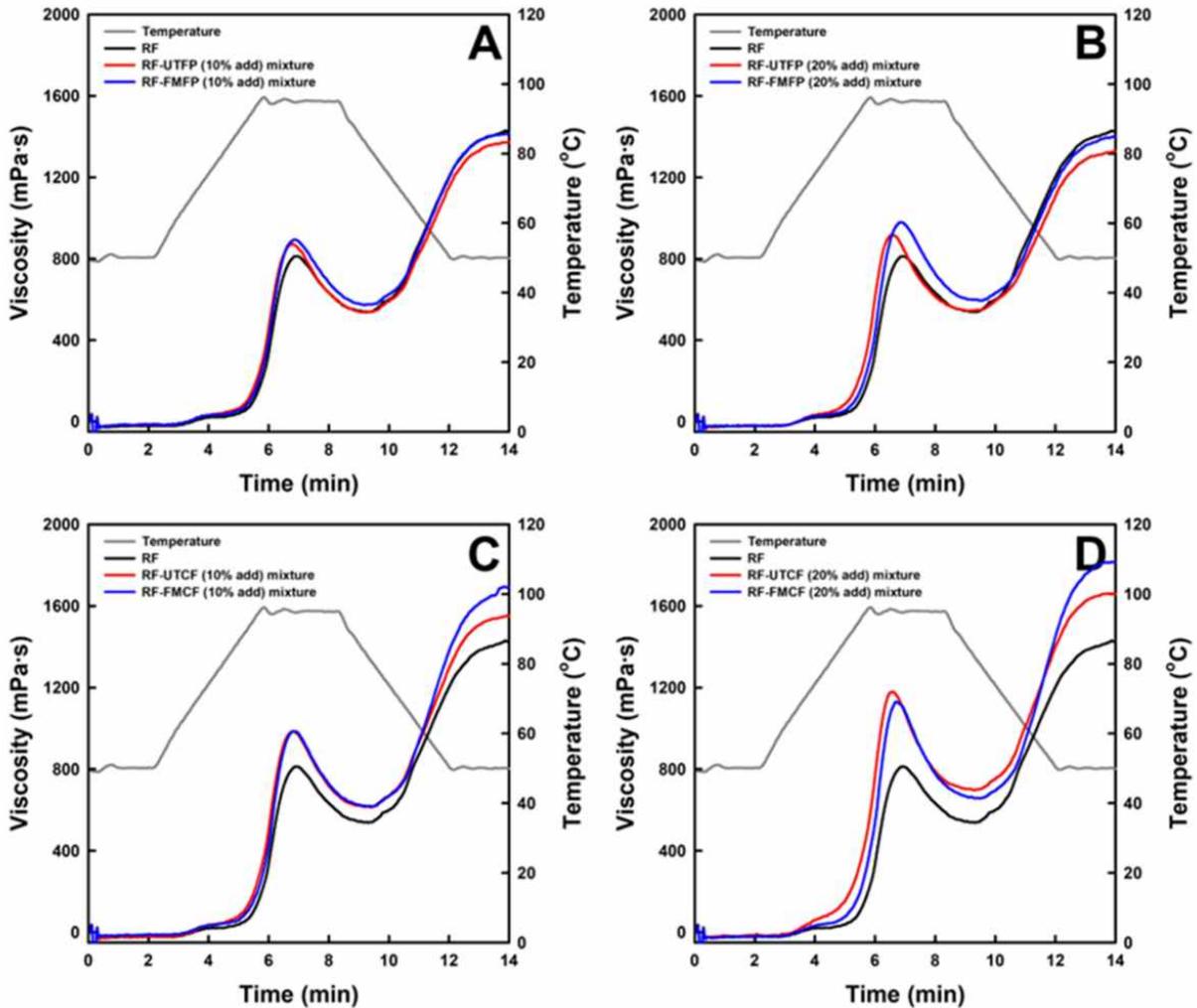
[무처리 및 발효 농축잡두단백과 병아리콩가루의 온도프로파일에 따른 저장탄성계수 변화]

무처리 및 발효 농축잡두단백(UTFP & FMFP), 무처리 및 농축병아리콩가루(UTCF & FMCF)

사. 페이스팅 점도 특성

· 쌀가루(RF)와 RF-식물단백 혼합물의 페이스팅 점도 프로파일과 점도 특성을 각각 아래 그림과 표에 나타내었음. RF의 페이스팅 점도 프로파일은 문헌상에서 보고된 것과 유사하였음(Bae et al., 2020). UTFP와 FMFP를 RF의 건조중량 대비 10% 첨가하였을 때, 페이스팅 점도 프로파일은 RF의 것과 같은 양상을 보였으나, 최고점도(peak viscosity), 최저점도(trough viscosity)와 붕괴점도(breakdown viscosity)는 RF보다 상승하였지만, 최종점도(final viscosity)와 치반점도(setback viscosity)는 감소하였음. 게다가 UTFP와 FMFP를 RF의 건조중량 대비 20% 첨가한 경우의 페이스팅 점도 프로파일은 10% 첨가한 경우와 같았고, 페이스팅 점도 특성값들은 10% 첨가한 경우보다 높아졌으며 UTFP와 FMFP 사이의 차이는 10% 첨가군에서 관찰된 양상과 같았음. 이처럼 최고점도, 최저점도와 붕괴점도가 RF의 것들보다 상승한 것은 페이스팅 점도 분석을 위한 현탁액에 있어 UTFP와 FMFP의 첨가로 총 고형분 함량이 증가하였기 때문임. 또한 최종점도와 치반점도가 RF의 것들보다 감소한 것은 UTFP와 FMFP의 첨가로 인해 단백질과 비전분성 탄수화물고분자 함량이 현

탁액 내에서 상대적으로 증가하여 쌀전분 페이스트의 겔화를 방해하였기 때문으로 생각됨. 한편 무 발효 및 발효 병아리콩가루를 RF에 10%와 20% 첨가한 RF-병아리콩가루 혼합물의 페이스팅 점도 프로파일은 RF의 것과 유사하였으나, 이들의 페이스팅 점도 특성값들은 RF의 것보다 높은 수준을 나타내었음. 이는 페이스팅 점도 분석을 위한 현탁액의 총 고형분 함량이 증가하였을 뿐만 아니라 고초균 발효 후에도 병아리콩가루는 상당한 수준의 전분과 높은 함량의 열 겔화 단백질을 함유하고 있기 때문으로 생각됨. 특히 병아리콩가루를 10%와 20% 첨가하였을 때의 RF-병아리콩가루 혼합물의 최고점도, 최저점도와 붕괴점도는 UTCF와 FMCF 사이의 통계적 유의성은 없었지만 UTCF가 FMCF보다 각 페이스팅 점도 평균값이 소폭 높았음. 이는 온도에 따른 병아리콩가루의 탄성계수 변화에서 보고된 것처럼 95°C까지 가열하고 95°C에서 유지한 후 75°C까지 냉각되는 구간에서 UTCF가 FMCF보다 높은 탄성계수를 보인 것과 일치함. 그러나 병아리콩가루 10%와 20% 첨가한 경우의 RF-병아리콩가루 혼합물의 최종점도와 치반점도는 FMCF가 UTCF보다 유의적으로 높은 수준을 나타내었음. 이러한 결과는 FMCF의 탄성계수가 55-70°C 범위에서 UTCF의 탄성계수를 초과한 것에 기초할 때, UTCF보다 FMCF가 RF-병아리콩가루 혼합물 페이스트의 겔화에 더욱 이바지한다는 것을 암시함.



[쌀가루 및 쌀가루-식물단백 혼합물의 페이스팅 점도 프로파일]

[쌀가루 및 쌀가루-식물단백 혼합물의 페이스팅 점도 특성]

| Source | | Pasting viscosity (mPa·s) | | | | |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ingredient | Addition (dry RF basis) | Peak | Trough | Breakdown | Final | Setback |
| RF | | 812.0±1.4 ^e | 537.5±2.1 ^d | 247.5±3.5 ^e | 1424.0±14.1 ^d | 886.5±16.3 ^{de} |
| RF-PR mixture | | | | | | |
| UTFP ¹ | 10% | 871.5±19.1 ^{de} | 536.0±1.4 ^d | 335.5±17.7 ^{cd} | 1373.0±14.1 ^d | 837.0±12.7 ^{ef} |
| | 20% | 917.0±7.1 ^{cd} | 544.0±8.5 ^d | 373.0±1.4 ^{bc} | 1328.0±11.3 ^d | 784.0±2.8 ^f |
| FMFP ¹ | 10% | 893.5±12.0 ^d | 572.5±17.7 ^{cd} | 321.0±5.7 ^d | 1414.5±17.7 ^d | 842.0±0.0 ^{ef} |
| | 20% | 979.0±25.5 ^{bc} | 594.5±13.4 ^{bcd} | 384.5±12.0 ^b | 1402.0±17.0 ^d | 807.5±3.5 ^f |
| UTCF ¹ | 10% | 986.0±9.9 ^b | 613.0±0.0 ^{bc} | 373.0±9.9 ^{bc} | 1550.0±22.6 ^c | 937.0±22.6 ^{cd} |
| | 20% | 1182.5±2.1 ^a | 696.5±17.7 ^a | 486.0±15.6 ^a | 1658.5±13.4 ^b | 962.0±4.2 ^c |
| FMCF ¹ | 10% | 984.5±4.9 ^{bc} | 617.0±11.3 ^{bc} | 367.5±6.4 ^{bc} | 1691.5±29.0 ^b | 1074.5±40.3 ^b |
| | 20% | 1130.0±36.8 ^a | 655.0±33.9 ^{ab} | 475.0±2.8 ^a | 1814.0±59.4 ^a | 1159.0±25.5 ^a |

Mean value of three replicate measurements; values sharing the lowercase letters within columns are not significantly different at $p < 0.05$.

¹UTFP and FMFP indicate the untreated and fermented faba bean protein concentrates, respectively; UTCF and FMCF indicate the untreated and fermented chickpea flours, respectively.

아. 요약 및 결론

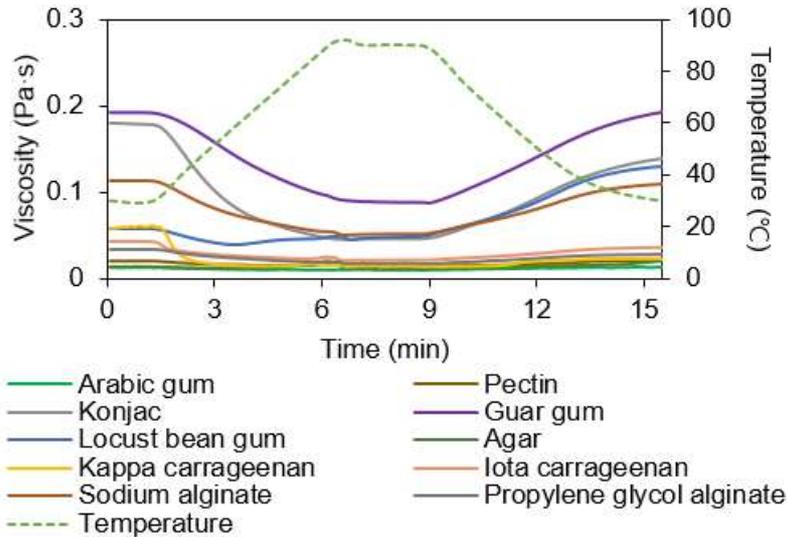
· 농축잠두단백(UTFP)과 병아리콩가루(UTCF)를 고초균(*Bacillus subtilis*)을 이용한 고상 발효를 통해 발효농축잠두단백(FMFP)과 발효병아리콩가루(FMCF)를 제조하고, 이들의 단백질 영양 강화제로의 효과를 규명하기 위해 쌀가루(RF)에 첨가하여 물리화학적 특성을 조사하였음. UTFP와 UTCF의 고상 발효에 따른 FMFP와 FMCF의 조단백질 및 환원당 함량은 증가하였으나 전분 함량은 감소하였음. 냉수가용성 단백질 함량은 FMFP는 감소하였으나, FMCF는 소폭증가하였음. UTFP와 UTCF에 비해 FMFP와 FMCF의 구성아미노산 및 유리아미노산은 조단백질 증가와 함께 아미노산 대부분에 있어 증가하였으며, 특히 필수아미노산과 분지아미노산의 증가는 조단백질 함량 증가율을 초과하였음. 농축잠두단백(UTFP 및 FMFP)을 RF에 첨가는 이들 혼합물의 팽윤력을 대체로 낮추었으나, 용해도는 상승시켰다. 이들 혼합물의 용해도는 용출된 전분 분자와 용해된 비전분성 탄수화물고분자 이외에 상당량의 가용성 단백질의 결과였음. 병아리콩가루(UTCF 및 FMCF)를 RF에 첨가는 팽윤력과 용해도를 RF보다 증가시켰으며, 이들 혼합물의 용해도는 주로 용출된 전분 분자와 용해된 비전분성 탄수화물고분자로부터 얻어졌음. RF-식물단백 혼합물의 호화온도와 호화엔탈피는 RF보다 각각 상승하였고 낮아졌음. 본 연구의 무발효 및 발효 식물단백은 모두 온도가 상승하며 겔을 형성하는 열 겔화 특성을 보유하고 있었으며, 고초균 발효는 농축잠두단백에 있어 안정적인 겔화 특성을 부여하였으나, 병아리콩가루에 있어서는 냉각하면서 형성된 겔이 약하고 불안정하였다. 무발효 및 발효 식물단백을 RF에 첨가하였을 때, 이들 혼합물의 페이스팅 점도 프로파일은 RF의 것과 유사한 경향을 보였음. RF에 UTFP와 FMFP의 첨가는 페이스팅 점도를 RF보다 소폭 상승시켰으나, UTCF와 FMCF의 첨가는 유의미한 수준으로 증가시켰음. 전반적으로 고초균을 이용한 고상발효에 따른 발효식물단백은 무발효 식물단백보다 고령친화식품의 단백질 영양(총 단백질, 필수아미노산 및 분지아미노산) 강화에 유리하며, 발효병아리콩가루보다 발효농축잠두단백을 단백질 영양 강화를 위해 이용하는 것이 기존 고령친화식품의 단백질 영양 강화에 따른 물성 변화를 최소화할 수 있을 것으로 판단됨.

[1차년도] 다각적 측정을 통한 물성 제어 소재의 블렌딩 물성 분석

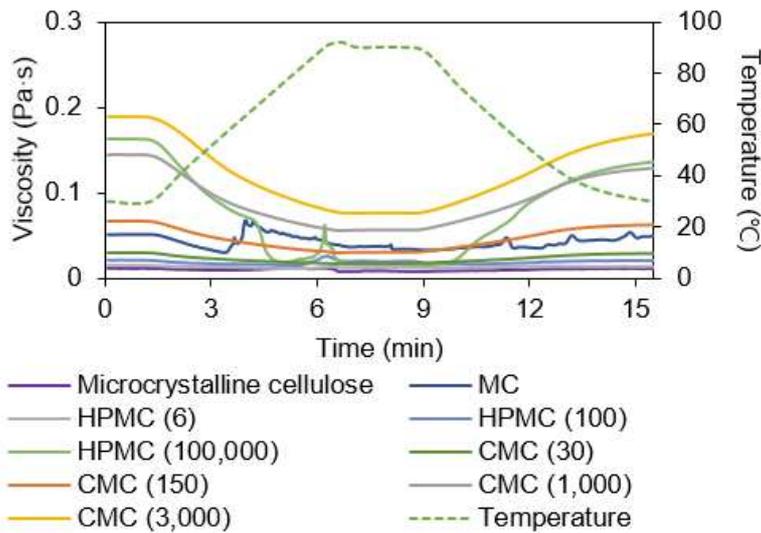
○ 물성 제어 소재의 블렌딩에 따른 다각적 유동 특성 분석

- 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 조합에 따른 정상 유동 특성 및 모델식 분석

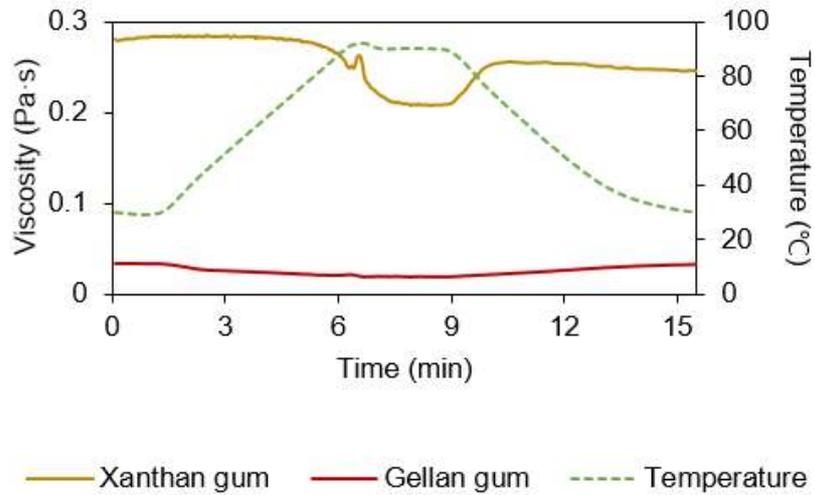
· 하이드로콜로이드 분류에 따라 가열 및 냉각 시 점도 변화 패턴을 분석함.



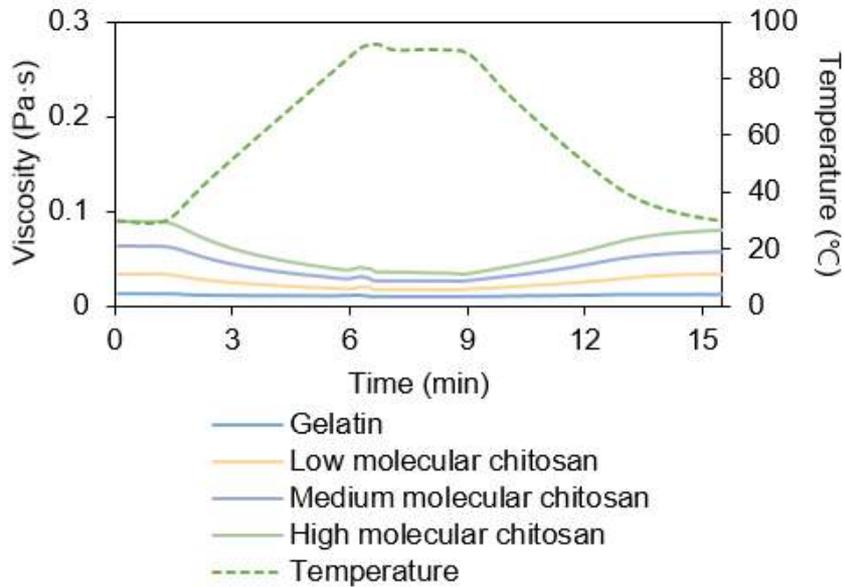
[식물 유래 하이드로콜로이드의 온도에 따른 점도 변화 패턴]



[화학적으로 합성된 하이드로콜로이드의 온도에 따른 점도 변화 패턴]

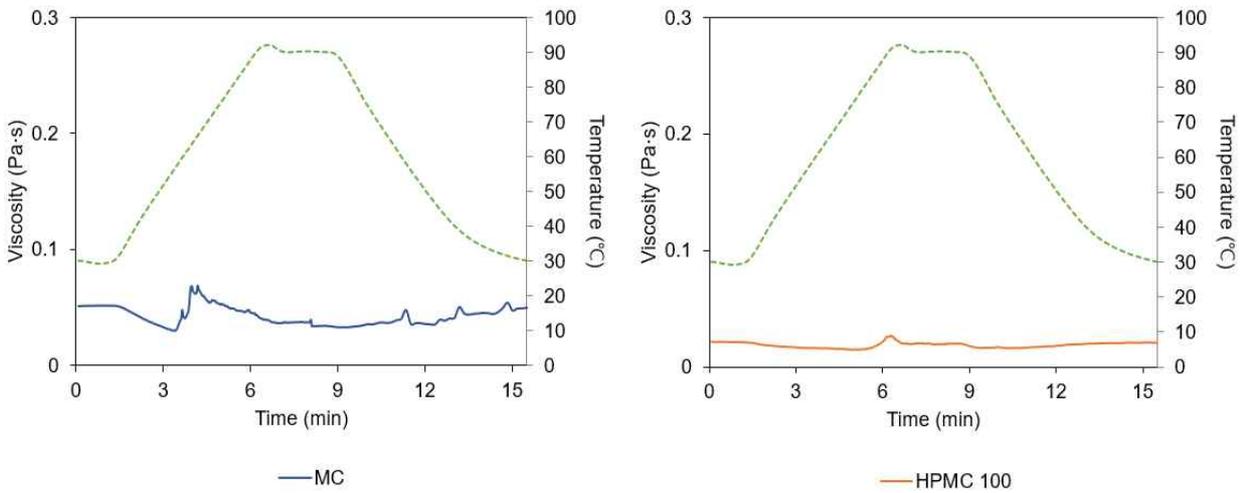


[미생물 유래 하이드로콜로이드의 온도에 따른 점도 변화 패턴]



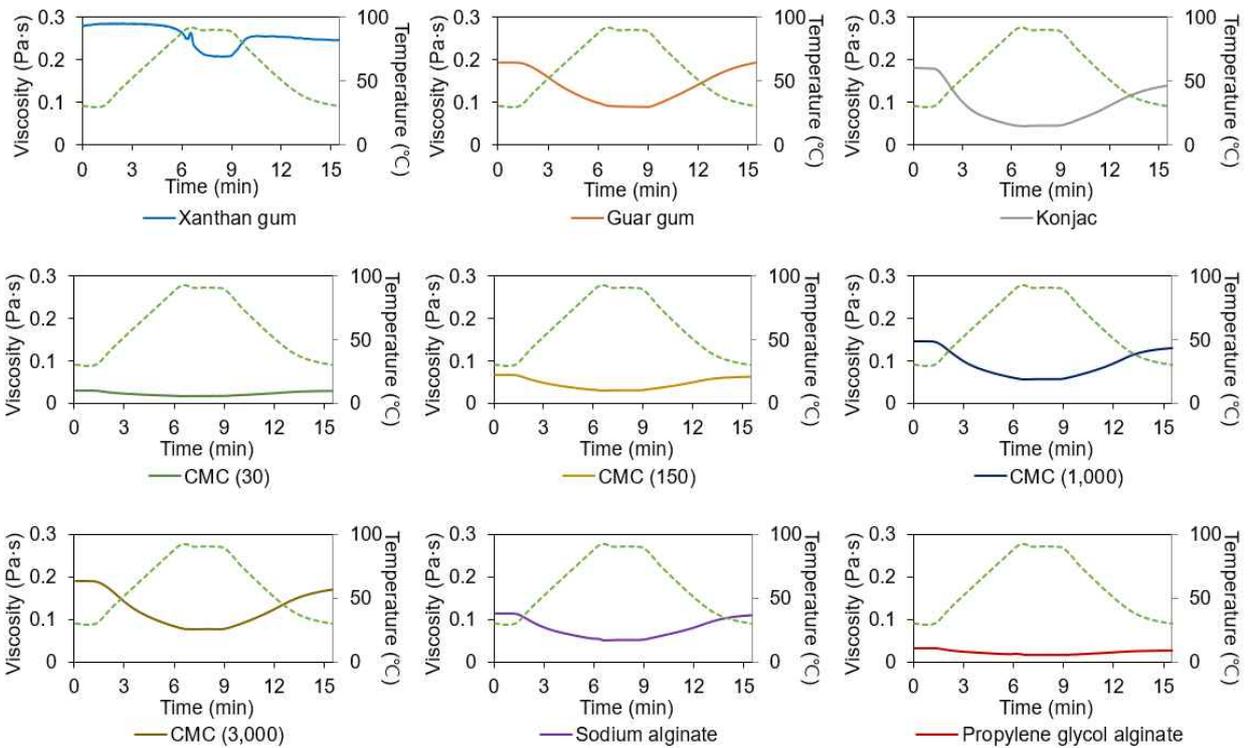
[동물 유래 하이드로콜로이드의 온도에 따른 점도 변화 패턴]

· 다양한 하이드로콜로이드의 가열 및 냉각 시 점도 변화 패턴을 분석 시 분류 기준에 상관없이 하이드로콜로이드 개별 종류에 따라 다른 패턴이 관찰됨. 따라서, 점도 패턴 양상에 따라 4가지 유형 [I 가열 시 점도 증가 및 냉각 시 점도 감소, II 가열 시 점도 감소 및 냉각 시 점도 증가, III 냉각 시 급격한 점도 증가, IV 가열 및 냉각 시 점도 일정]으로 분류함.

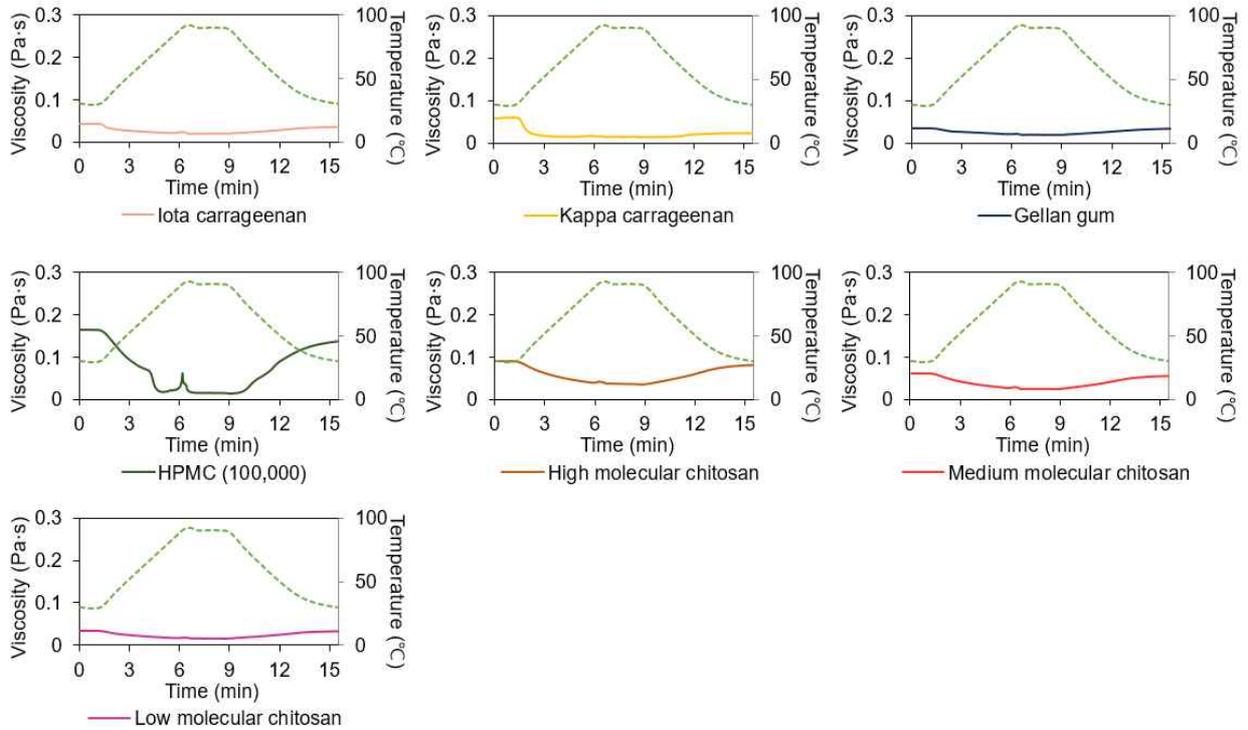


[하이드로콜로이드의 가열 냉각 시 점도 변화 패턴 I (가열 시 점도 증가, 냉각 시 점도 감소)]

· 하이드로콜로이드 중 methylcellulose는 온도 증가 시 점도가 증가하고, 온도가 감소 시 점도가 감소하는 패턴을 보였고, hydroxypropylmethylcellulose(100)의 경우 이런 점도 변화가 미약하게나마 관찰됨.

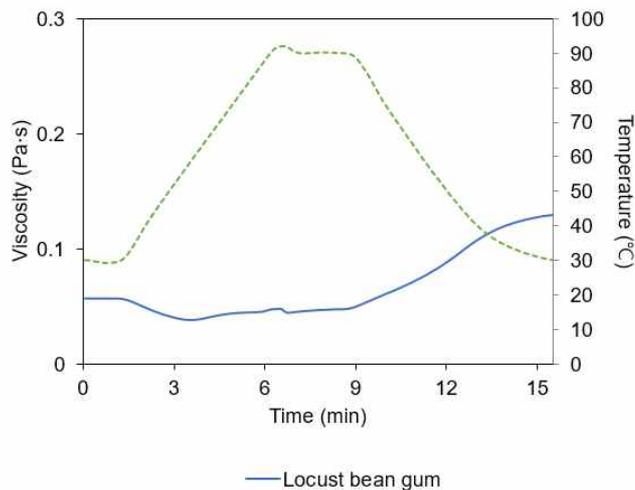


[하이드로콜로이드의 가열 냉각 시 점도 변화 패턴 II (가열 시 점도 감소, 냉각 시 점도 증가)]



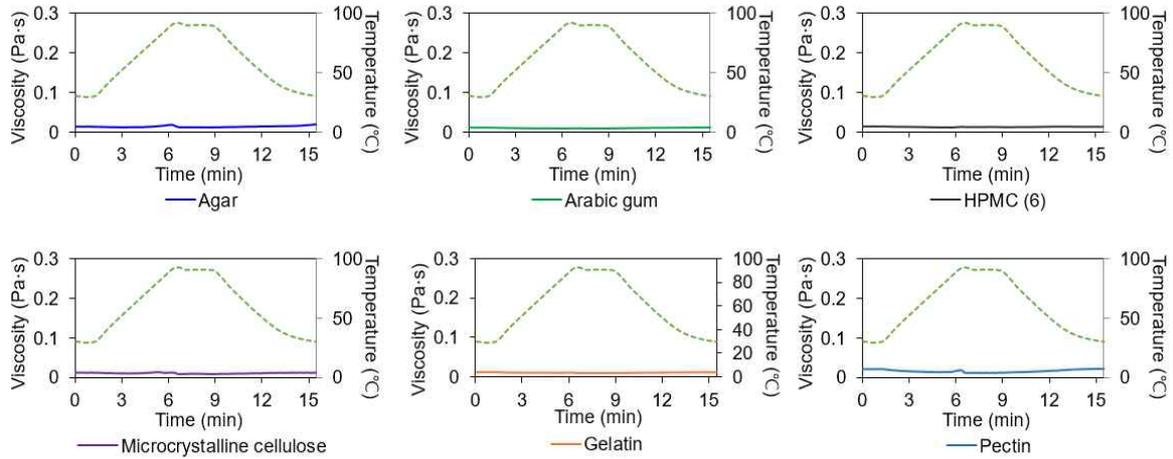
[하이드로콜로이드의 가열 냉각 시 점도 변화 패턴 II (가열 시 점도 감소, 냉각 시 점도 증가)]

· 본 연구에서 측정된 하이드로콜로이드 중 대부분의 시료(xanthan gum, guar gum, konjac, CMC, sodium alginate, propylene glycol alginate, iota-carrageenan, kappa-carrageenan, gellan gum, HPMC(100,000), chitosan)의 경우 온도가 증가 시 점도가 감소하고, 온도가 감소 시 점도가 증가하는 패턴을 보여줌. 이는 온도에 따른 분자 운동 변화에 기인하는 것으로 판단됨.



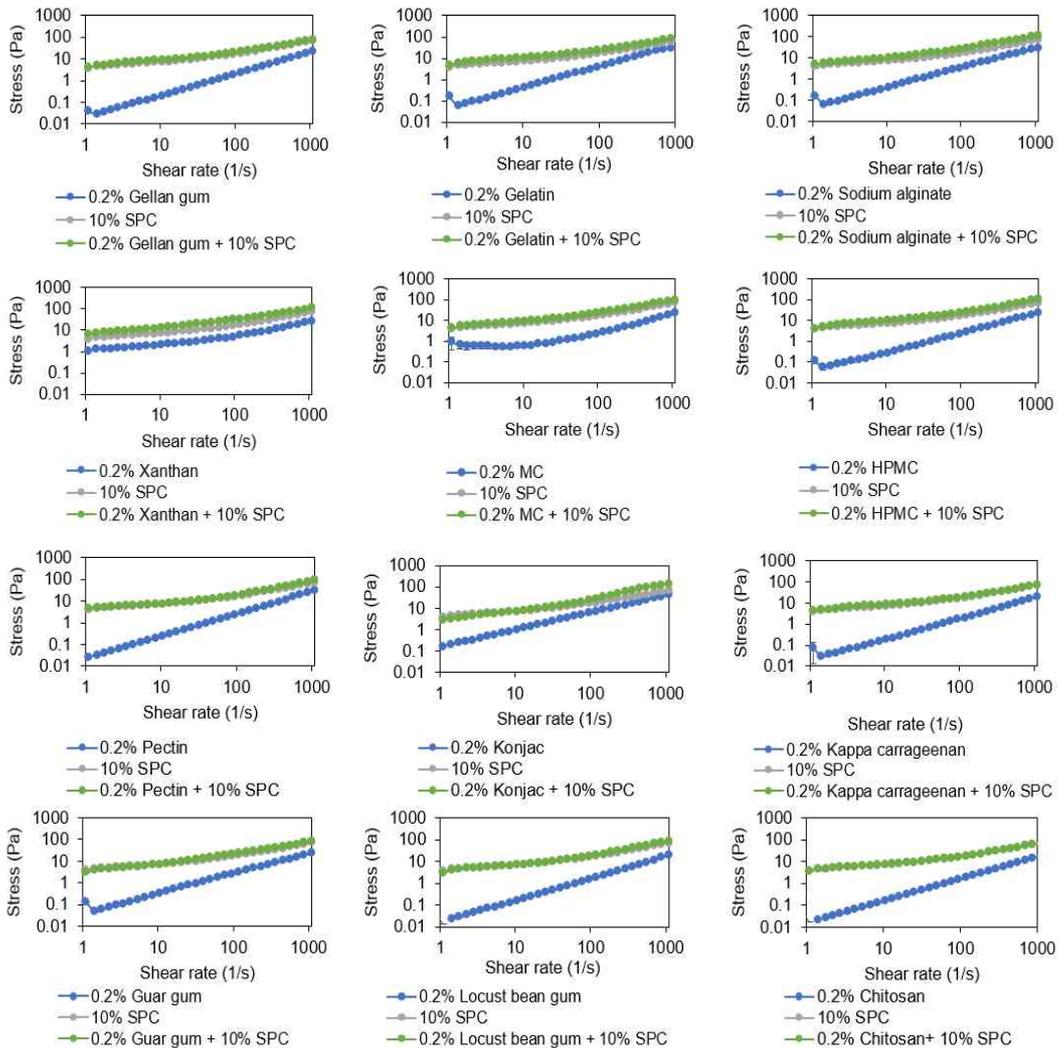
[하이드로콜로이드의 가열 냉각 시 점도 변화 패턴 III (냉각 시 급격한 점도 증가)]

· 하이드로콜로이드 중 locust bean gum의 경우 가열 후 냉각 시 급격히 점도가 증가하는 패턴을 보여줌. 이는 가열 후 냉각 시 상호 결합에 의한 네트워크 형성에 기인한 것으로 판단됨.



[하이드로콜로이드의 가열 냉각 시 점도 변화 패턴 IV (가열 및 냉각 시 점도 일정)]

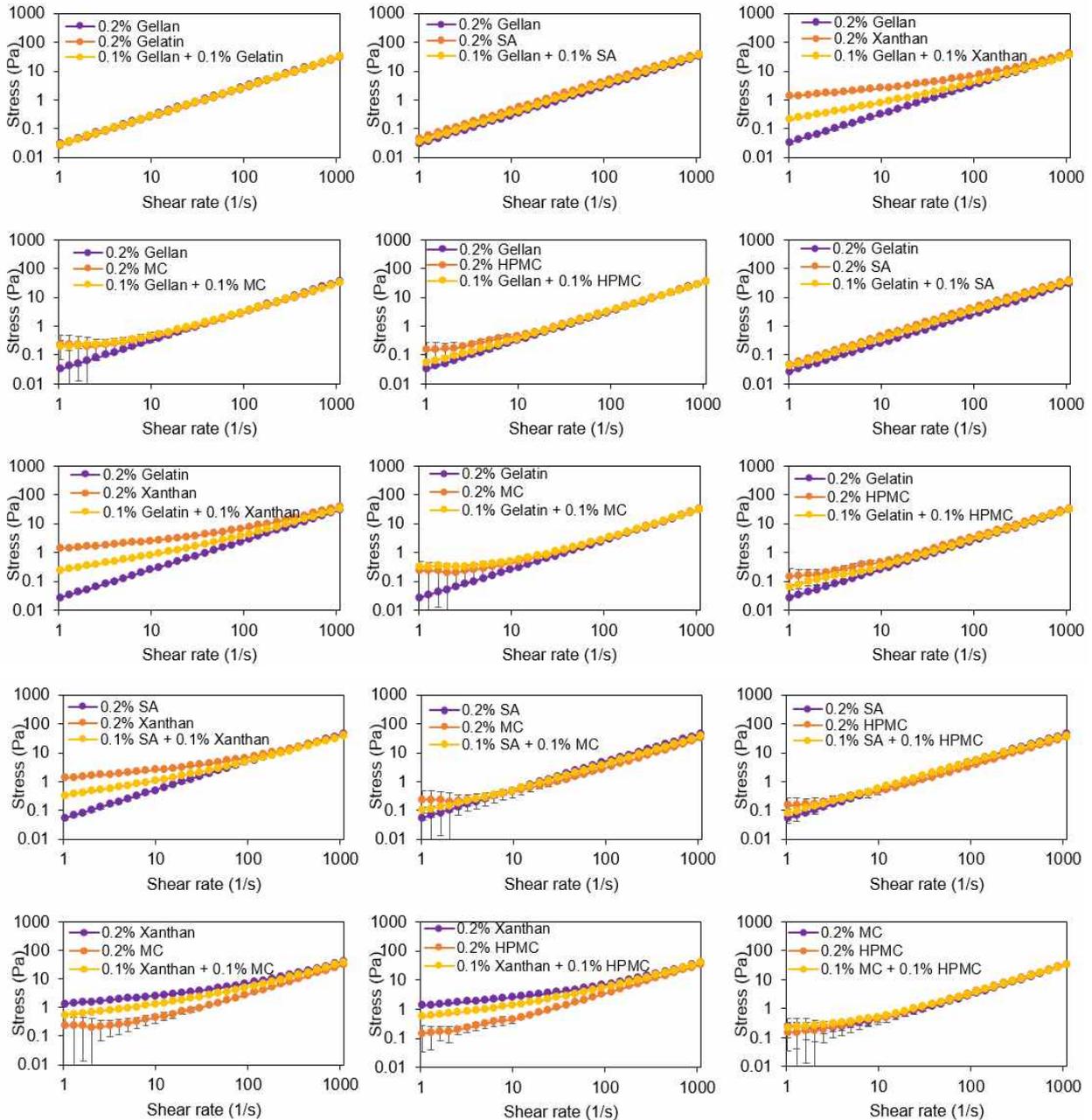
· 가열 및 냉각에 따른 점도 변화를 분석한 결과 온도 변화에 상관없이 점도가 일정하게 유지되는 패턴이 관찰됨. 특히, agar, arabic gum, HPMC(6), microcrystalline cellulose, gelatin, pectin 하이드로콜로이드가 이러한 패턴을 보여주어 온도 변화에 따른 물성 변화를 지연시킬 필요가 있을 경우 활용될 수 있다고 판단됨.



[하이드로콜로이드 및 SPC 블렌딩에 따른 정상 유동 특성]

· 하이드로콜로이드와 SPC의 개별 및 블렌딩에 따른 정상 유동 특성을 분석한 결과, shear rate가 증가함에 따라 stress가 직선적으로 증가하는 shear-thinning 특성이 관찰됨. 하이드로콜로이드와 SPC의 상호작용을 정상 유동 특성을 통해 분석한 결과 가열처리 없는 상태에서 블렌딩 시 물성학적 측면에서 synergistic effect는 관찰되지 않음.

· 하이드로콜로이드 및 SPC 블렌딩 소재의 온도에 따른 물성 분석 후 시너지 효과를 보이는 하이드로콜로이드 6종 (gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC)을 선정하고, 상호 블렌딩한 소재의 정상 유동 특성 및 power law 변수 분석을 진행함.



[하이드로콜로이드 블렌딩에 따른 정상 유동 특성 분석]

$$\sigma = K(\dot{\gamma})^n$$

- σ (Pa) : Stress
- $\dot{\gamma}$ (1/s) : Shear rate
- K (Pa·s) : Consistency index
- n : Flow behavior index

[Power law 모델식]

| | K (Pa·s) | n | R ² |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------------|
| 0.2% Gellan | 0.03±0.00 | 1.00±0.00 | 1.0000 |
| 0.2% Gelatin | 0.03±0.00 | 1.01±0.00 | 0.9999 |
| 0.2% SA | 0.05±0.00 | 0.97±0.00 | 0.9997 |
| 0.2% Xanthan | 0.96±0.04 | 0.47±0.00 | 0.9610 |
| 0.2% MC | 0.10±0.07 | 0.80±0.15 | 0.9686 |
| 0.2% HPMC | 0.09±0.04 | 0.83±0.09 | 0.9864 |
| 0.1% Gellan + 0.1% Gelatin | 0.03±0.00 | 1.00±0.00 | 0.9999 |
| 0.1% Gellan + 0.1% SA | 0.04±0.00 | 0.99±0.00 | 1.0000 |
| 0.1% Gellan + 0.1% Xanthan | 0.16±0.00 | 0.72±0.00 | 0.9922 |
| 0.1% Gellan gum + 0.1% MC | 0.10±0.02 | 0.77±0.03 | 0.9768 |
| 0.1% Gellan gum + 0.1% HPMC | 0.05±0.01 | 0.94±0.04 | 0.9991 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% SA | 0.04±0.00 | 0.97±0.01 | 0.9999 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% Xanthan | 0.18±0.01 | 0.70±0.00 | 0.9899 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% MC | 0.15±0.02 | 0.69±0.02 | 0.9484 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% HPMC | 0.05±0.02 | 0.90±0.06 | 0.9944 |
| 0.1% SA + 0.1% Xanthan | 0.25±0.01 | 0.68±0.00 | 0.9899 |
| 0.1% SA + 0.1% MC | 0.08±0.02 | 0.87±0.04 | 0.9969 |
| 0.1% SA + 0.1% HPMC | 0.07±0.02 | 0.90±0.04 | 0.9996 |
| 0.1% Xanthan + 0.1% MC | 0.38±0.02 | 0.60±0.01 | 0.9770 |
| 0.1% Xanthan + 0.1% HPMC | 0.39±0.01 | 0.61±0.01 | 0.9811 |
| 0.1% MC + 0.1% HPMC | 0.12±0.03 | 0.75±0.05 | 0.9744 |

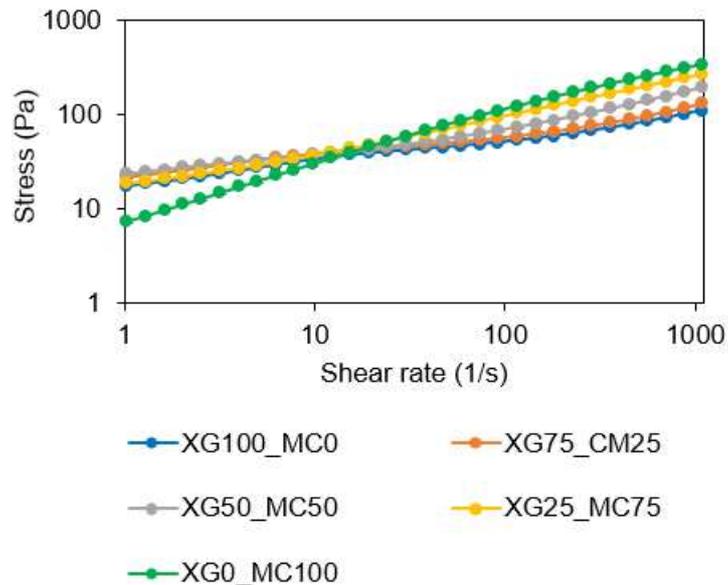
[하이드로콜로이드 블렌딩에 따른 power law 변수 분석]

· 시너지 효과가 발견된 하이드로콜로이드를 블렌딩할 경우 그 조합에 따라 특이한 점도 패턴이 관찰됨. 0.2% Gellan gum, 0.2% Gelatin, 0.2% Sodium alginate, 0.1% Gellan gum + 0.1% Gelatin, 0.1% Gellan + 0.1% Sodium alginate, 0.1% Gelatin + 0.1% Sodium alginate의 경우 n 값이 1.0에 해당하는 값을 보여 Newtonian 유체 특성을 보였고, 이를 제외한 시료의 경우 n값이 0에서 1 사이의 값을 가져 Shear-thinning한 특성을 보여줌.

· 블렌딩 시 블렌딩 소재의 중간값을 보여주는 경향이 나타남. 아울러, 개별 하이드로콜로이드 중 xanthan gum은 가장 높은 점조도지수(K)와 가장 낮은 유동지수(n)를 가졌으며, 그 다음으로 methylcellulose는 높은 점조도지수 및 낮은 유동지수를 보여줌. 따라서, 블렌딩 소재의 경우 두 시료의 특성에 크게 의존하는 것으로 관찰되어 추후 블렌딩 소재의 물성 제어에 사용될 수 있다고 판

단됨.

· Xanthan gum과 methylcellulose를 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100의 비율로 블렌딩하였고, 이들의 정상 유동 특성을 측정하고 power-law 분석을 진행하여 점도 변화 특성을 평가함.



[Xanthan gum 및 methylcellulose 블렌딩에 따른 정상 유동 특성 분석]

| | XG100_MC0 | XG75_CM25 | XG50_MC50 | XG25_MC75 | XG0_MC100 |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| K (Pa·s) | 17.99±0.14b | 21.73±0.27a | 20.13±1.10a | 15.82±1.07c | 8.03±0.32d |
| n | 0.24±0.00d | 0.23±0.00e | 0.29±0.00c | 0.40±0.01b | 0.56±0.00a |
| R ² | 0.9900 | 0.9825 | 0.9722 | 0.9957 | 0.9957 |

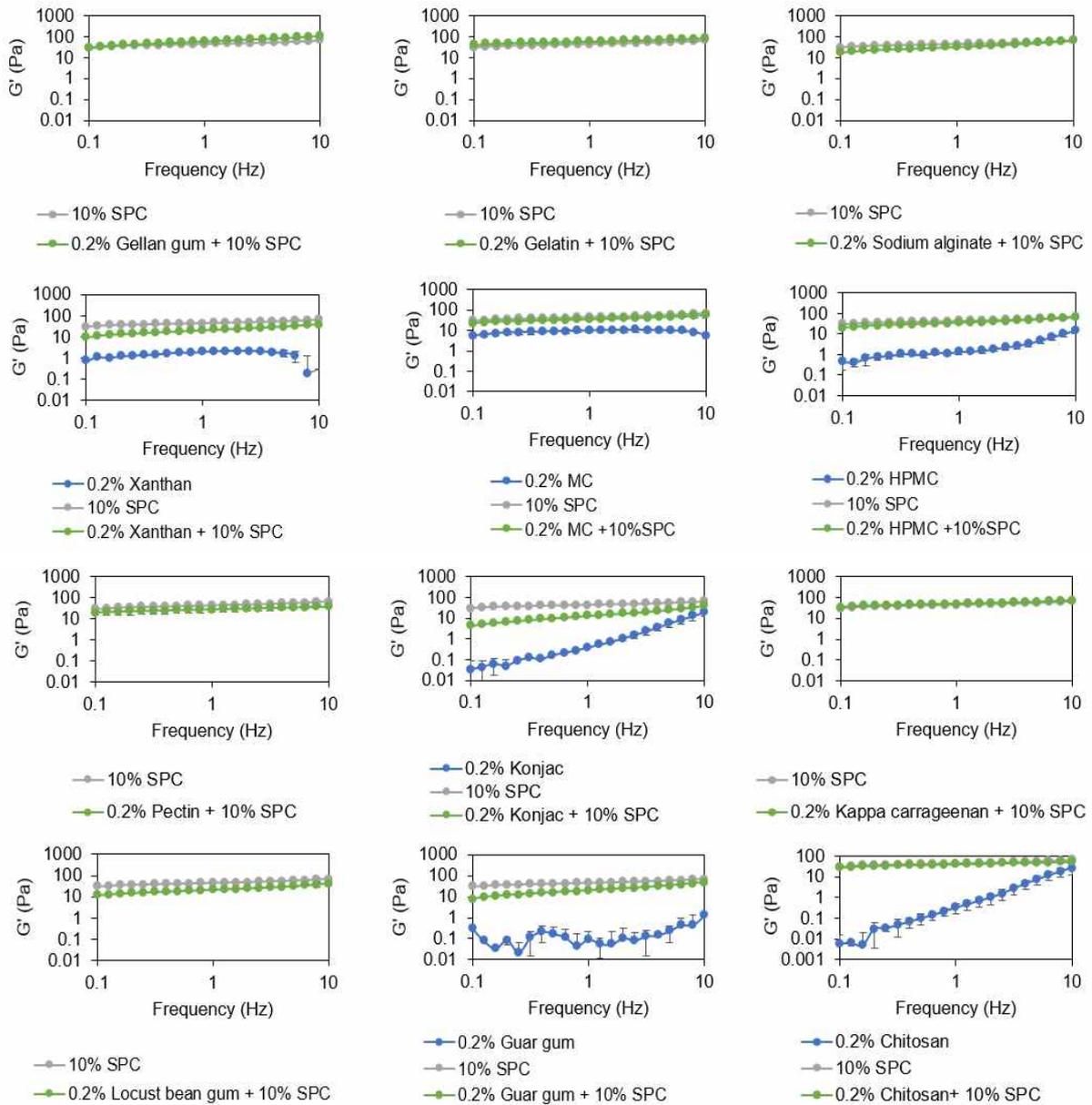
(Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[Xanthan gum 및 methylcellulose 블렌딩에 따른 power law 변수 분석]

· viscosity = stress/shear rate이므로 높은 stress는 높은 점도를 의미함. Xanthan gum과 methylcellulose 블렌딩 소재의 power law 변수 분석을 진행한 결과 1.0에 가까운 R² 값을 보여줌. 10 이하의 shear rate에서는 XG0_MC100 시료의 stress 값이 가장 작지만, 100 이상의 shear rate에서는 methylcellulose를 첨가할수록 stress 값이 증가하는 경향을 보임. 이는 shear rate에 따라 methylcellulose의 점도 변화의 민감성이 크다는 것을 의미하며, 유동지수 n값이 증가하는 경향으로 표현됨.

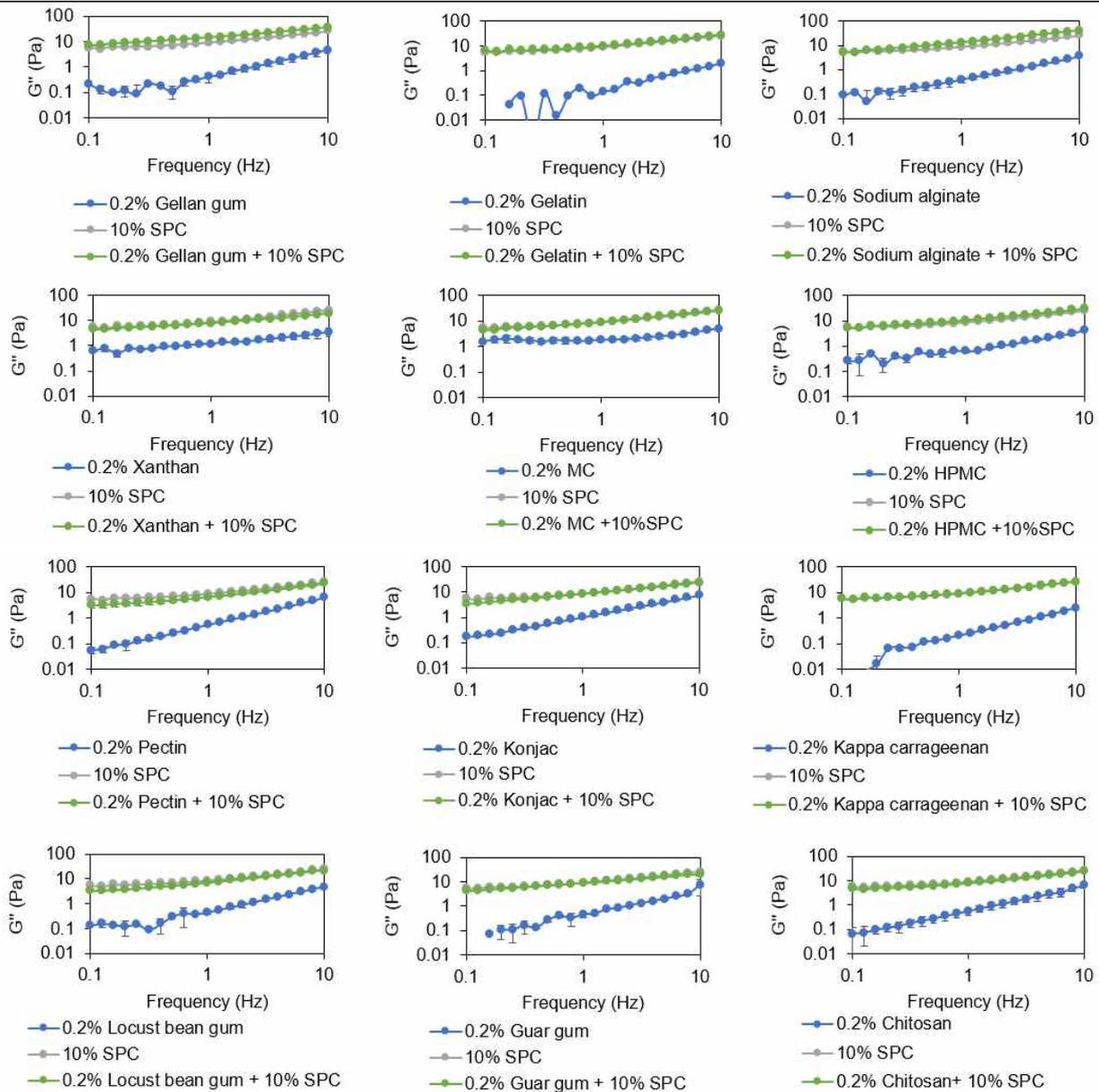
- 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 조합에 따른 동적 점탄성 측정

· 하이드로콜로이드의 가열 및 냉각 시 점도 변화 패턴과 유래 종류 별로 선별된 gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC, pectin, konjac, kappa-carrageenan, locust bean gum, guar gum, chitosan을 SPC와 블렌딩하여 동적 점탄성(G', G'')을 측정한 결과, 모든 시료에 대하여 frequency가 증가할수록 G', G'' 모두 증가하는 패턴을 보여줌.



[하이드로콜로이드 및 SPC 블렌딩에 따른 동적 점탄성 분석(저장계수, G')]

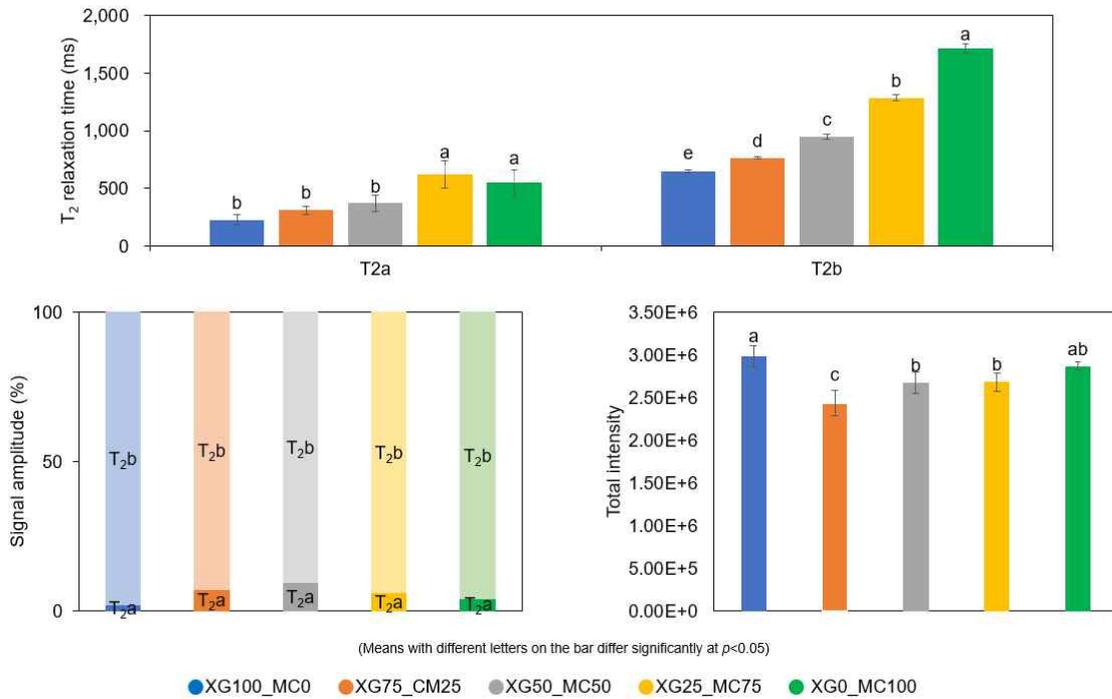
· SPC의 경우 frequency 범위에 대해서 비교적 일정한 점탄성 값을 보여준 반면, 하이드로콜로이드 중 gellan gum, gelatin, sodium alginate, pectin, kappa carrageenan, locust bean gum은 낮은 농도로 인하여 저장계수(G')가 측정되지 않음. 대부분의 시료에 대해서 G' 값이 G'' 보다 높은 값을 보여주어 탄성적인 특성이 좀 더 높게 관찰됨. 특히, xanthan gum, methylcellulose 시료의 경우 다른 하이드로콜로이드 시료에 비하여 높은 점탄성 값을 보여줌. 하지만, 두 소재를 블렌딩할 경우 점탄성에서 특별한 시너지 효과는 관찰되지 않음.



[하이드로콜로이드 및 SPC 블렌딩에 따른 동적 점탄성 분석(손실계수, G^{''})]

- 개별 소재 및 블렌딩에 따른 water dynamics 분석

· 물성 측정 결과를 토대로 선정된 xanthan gum과 methylcellulose를 비율별로 블렌딩하여 water dynamics를 분석함. 모든 시료에 대하여 2개의 다른 T2 relaxation time이 관찰되었고 long T2 relaxation time을 가진 T2b 요소가 더 많이 측정됨. T2 relaxation time의 경우, 값이 클수록 수분 유동성(water mobility)이 큰 것을 의미하는데, methylcellulose의 함량이 증가할수록 T2 relaxation time이 증가함. 반대로 xanthan gum의 함량이 높은 시료일수록 T2 relaxation time이 감소함. 이는 methylcellulose를 첨가할수록 물과의 결합력이 약해져 좀 더 느슨한 구조를 형성하고, xanthan gum을 첨가할수록 물과의 결합력이 높아져 좀 더 단단한 구조가 형성된 것으로 판단되며, 앞서 언급된 점도 측정 결과에서도 확인됨.



| | XG100_MC0 | XG75_CM25 | XG50_MC50 | XG25_MC75 | XG0_MC100 |
|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| T _{2a} (ms) | 227.64±41.32b | 308.96±37.62b | 370.31±73.71b | 620.08±119.84a | 548.69±114.96a |
| Intensity | 52,252 ±17,792c | 173,693 ±42,720ab | 245,762 ±39,677a | 158,911 ±43,277b | 110,072 ±56,713bc |
| Signal amplitude (%) | 1.76±0.65d | 7.15±1.81ab | 9.27±1.89a | 5.98±1.81bc | 3.84±2.00cd |
| T _{2b} (ms) | 647.92±12.98e | 766.82±11.99d | 950.71±21.99c | 1287.09±30.01b | 1713.11±38.33a |
| Intensity | 2,929,526 ±137,056a | 2,258,506 ±150,737c | 2,423,728 ±167,751c | 2,518,974 ±147,166bc | 2,755,808 ±72,467ab |
| Signal amplitude (%) | 98.24±0.65a | 92.85±1.81cd | 90.73±1.89d | 94.02±1.81bc | 96.16±2.00ab |
| Total intensity | 2,981,777 ±127,195a | 2,432,200 ±150,784c | 2,669,490 ±128,352b | 2,677,885 ±106,379b | 2,865,879 ±48,098ab |

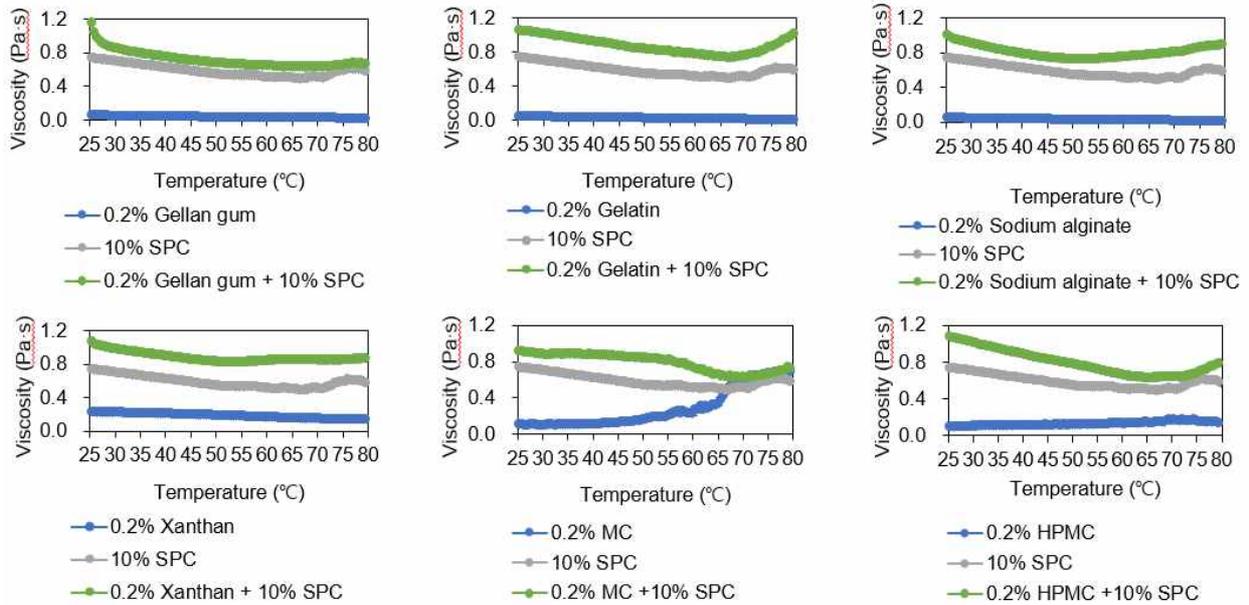
(Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[소재 블렌딩에 따른 water dynamics 변수 분석]

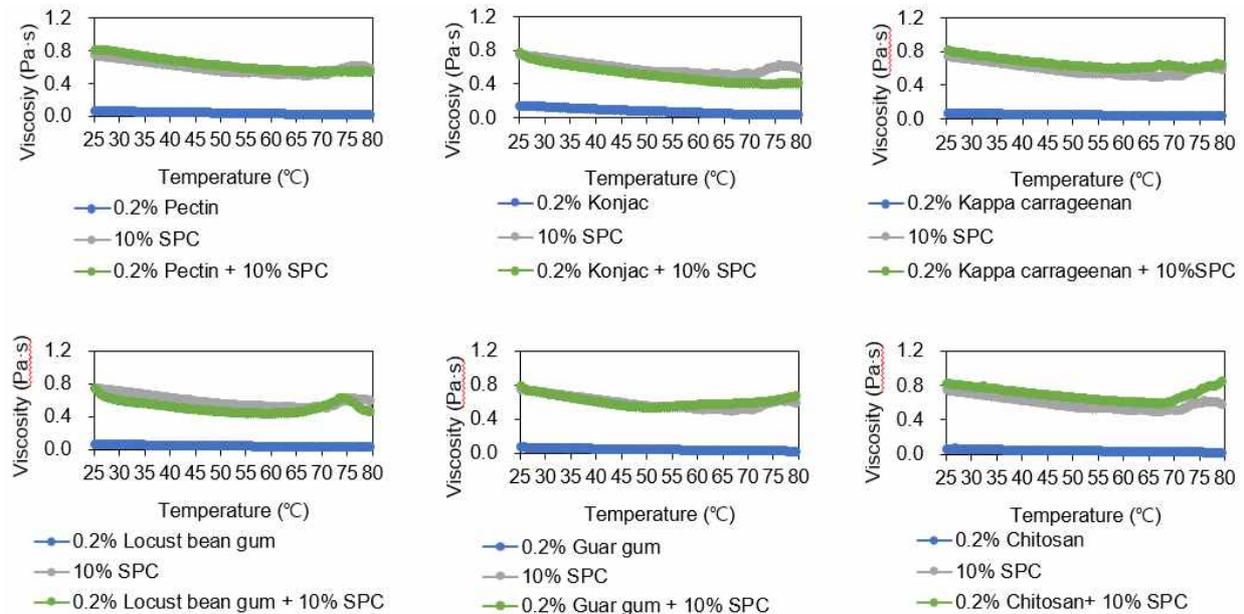
○ 가공 처리 조건에 따른 블렌딩 소재의 물성학적 가공 적성 평가

- 열처리에 따른 블렌딩 소재의 물성학적 특성 평가

· Gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC를 SPC와 블렌딩하였을 때 온도 변화에 따른 점도가 상승하는 시너지효과가 발견됨. 온도가 증가할수록 입자들의 움직임이 빨라지고, 유동성이 증가하기 때문에 점도가 감소했으나, 70°C 이상의 온도에서는 SPC 및 블렌딩 시료들은 점도가 증가하는 현상이 나타남. 이는 SPC의 영향에 기인한 것으로 보임.



[하이드로콜로이드/SPC 블렌딩 소재의 열처리에 따른 물성 변화 (synergistic effect가 있는 경우)]



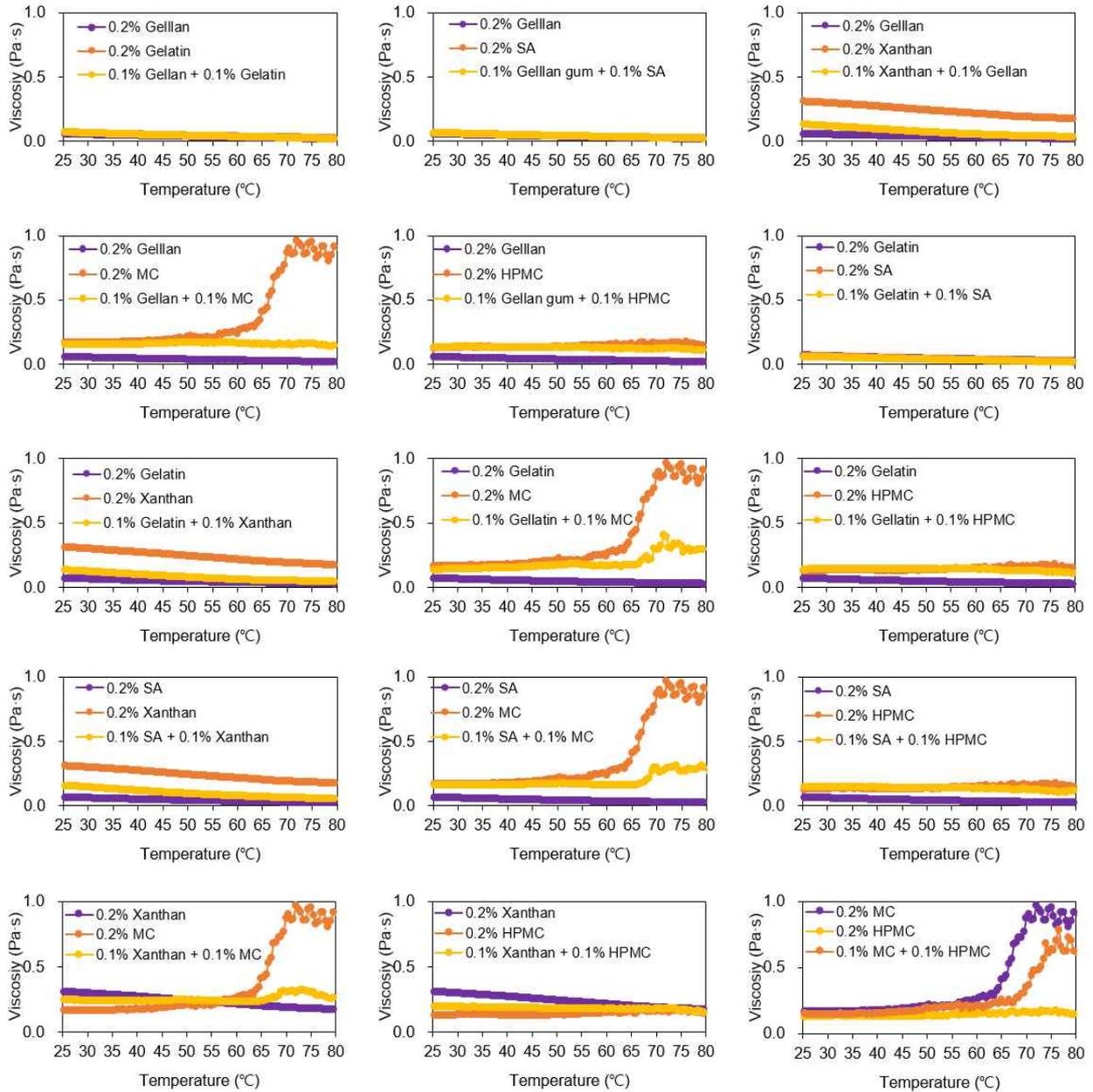
[하이드로콜로이드/SPC 블렌딩 소재의 열처리에 따른 물성 변화 (synergistic effect가 없는 경우)]

· 하이드로콜로이드 및 SPC 블렌딩 소재의 물성 분석 후 시너지 효과를 보이는 하이드로콜로이드 6종 (gellan gum, gelatin, sodium alginate, xanthan gum, MC, HPMC)를 선정하고, 이들을 블렌딩하여 열처리에 따른 물성 특성 변화를 분석함.

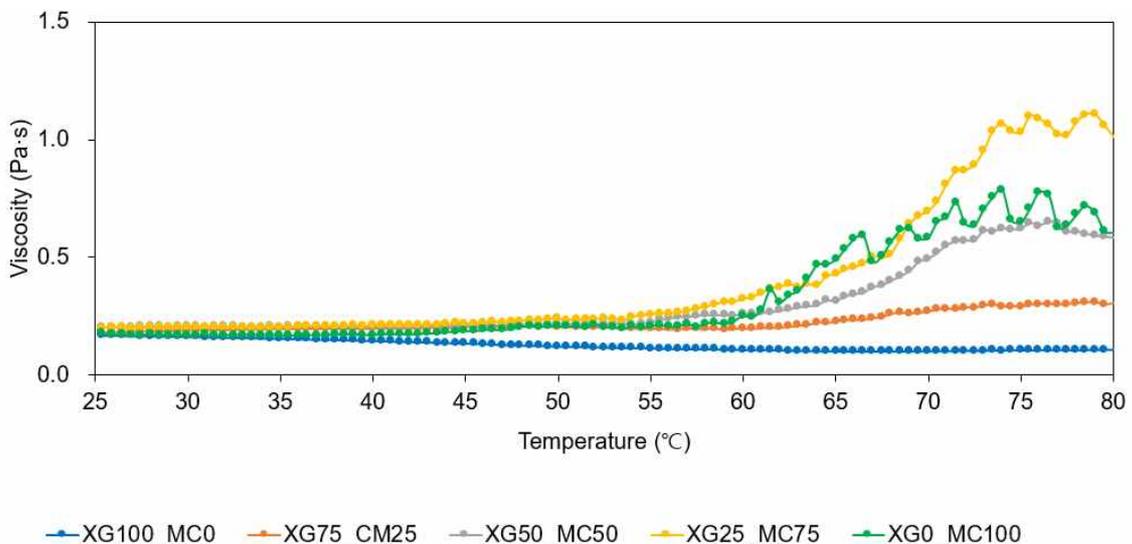
· 열처리에 따른 물성 측정방법을 통해 선정된 6개의 하이드로콜로이드의 조합에서는 시너지효과가 관찰되지 않음. 그러나, xanthan gum의 경우 다른 하이드로콜로이드와 달리 특이적으로 상온에서의 높은 점도를 나타내었고, 온도 증가에도 서서히 감소하는 패턴을 보여줌. MC의 경우, 온도가 65°C 이상이 되면 점도가 확연히 증가함. 두 소재의 조합을 통하여 온도 변화에 따른 물성 조절이 가능할 것으로 판단되어 추후 블렌딩에 따른 물성 특성 분석을 시도함.

· 열처리에 따른 물성 특성 분석을 통하여 선정된 하이드로콜로이드 xanthan gum과 methylcellulose를 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100의 비율로 블렌딩하였고, 열처리에 따른 이

블렌드의 물성 특성을 분석함.



[하이드로콜로이드 블렌딩 소재의 열처리에 따른 물성 변화]



[Xanthan gum 및 methylcellulose 블렌딩 소재의 온도에 따른 점도 변화]

· Xanthan gum과 methylcellulose를 비율별로 블렌딩하였을 때 methylcellulose의 함량이 증가할수록 상온에서 점도가 감소하고 고온에서 점도가 증가하는 경향이 관찰됨. 이는 xanthan gum의 높은 점조도 지수와 낮은 유동 지수에 기인 하여 초기 점도가 증가한 것이고, methylcellulose의 온도 변화에 대한 높은 민감성에 기인하여 고온에서의 점도가 증가한 것임. 일반적으로, 온도가 증가할수록 점도는 감소하지만, methylcellulose의 경우 온도가 증가할수록 점도가 높아지는 경향을 보임. 따라서, xanthan gum과 methylcellulose의 적절한 조합을 통하여, 다양한 온도에서 원하는 점도를 얻을 수 있을 것으로 기대됨.

- Arrhenius 모델을 활용한 블렌딩 소재의 열물성 평가

$$\ln \eta = \ln A + \frac{E_a}{R} \frac{1}{T}$$

- η (Pa·s) : Viscosity
- A (Pa·s) : Pre-exponential factor
- E_a (J/mol) : Activation energy
- R (8314.34 J/mol·K) : Gas constant

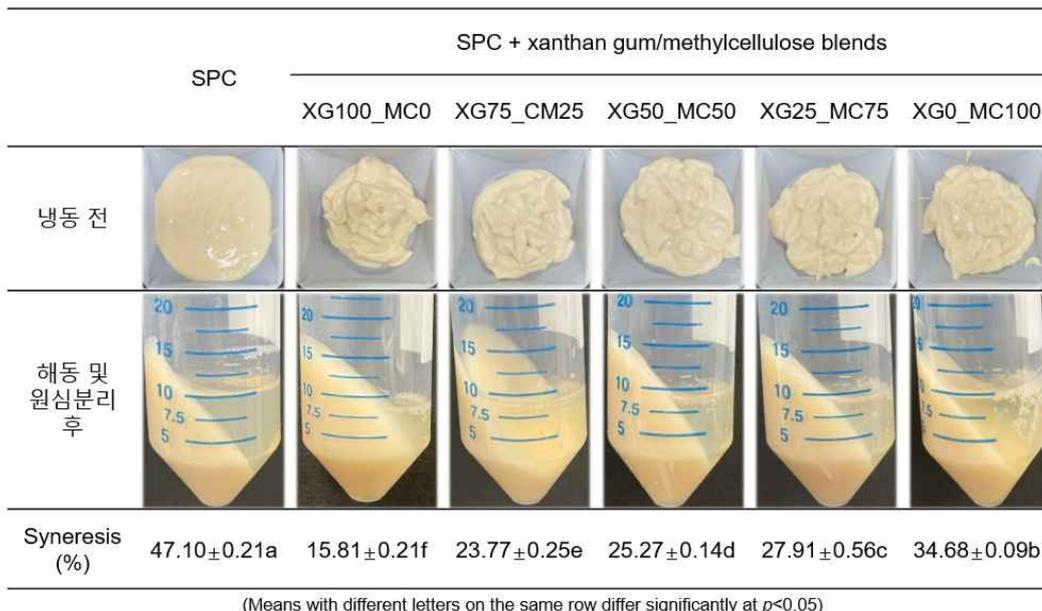
[Arrhenius 방정식]

| | E_a (KJ/mol) | A (Pa·s) | R ² |
|-----------------------------------|----------------------|-----------|----------------|
| 0.2% <u>Gellan</u> | 18617.05 ±2688.52 | 0.00±0.00 | 0.9597 |
| 0.2% Gelatin | 15971.43 ±1083.52 | 0.00±0.00 | 0.9969 |
| 0.2% SA | 17288.84 ±556.17 | 0.00±0.00 | 0.9910 |
| 0.2% Xanthan | 9914.02 ±125.81 | 0.01±0.00 | 0.9910 |
| 0.1% <u>Gellan</u> + 0.1% Gelatin | 19633.48 ±951.24 | 0.00±0.00 | 0.9725 |
| 0.1% <u>Gellan</u> + 0.1% SA | 17249.35 ±739.01 | 0.00±0.00 | 0.9888 |
| 0.1% <u>Gellan</u> + 0.1% Xanthan | 22882.31 ±1643.22 | 0.00±0.00 | 0.9925 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% SA | 20246.25 ±3312.3 | 0.00±0.00 | 0.9614 |
| 0.1% Gelatin + 0.1% Xanthan | 19483.41 ±1432.74 | 0.00±0.00 | 0.9950 |
| 0.1% SA + 0.1% Xanthan | 17976.02 ±84.07 | 0.00±0.00 | 0.9988 |

[하이드로콜로이드 블렌딩 소재의 Arrhenius 변수 분석]

· 하이드로콜로이드 블렌딩 소재의 Arrhenius 변수 분석을 진행한 결과 1.0에 가까운 R² 값을 보여 주어 온도에 따른 점도 변화가 Arrhenius 식으로 잘 나타냄을 확인함. 다만, 열처리에 따른 물성측정방법을 통해 선정된 6개의 하이드로콜로이드 중 MC와 HPMC가 들어간 시료의 경우 온도에 따른 점도 증가 현상으로 본 Arrhenius 모델에 적용이 어려움. Arrhenius 변수에서 활성화에너지인 Ea의 경우 온도 변화에 대한 점도 변화의 민감성을 나타내는데, 분석된 개별 시료 중 gellan gum이 가장 큰 활성화에너지를 보여주었고, 블렌딩 시료 중에서는 gellan gum과 xanthan gum을 혼합한 시료가 가장 큰 활성화 에너지를 가졌음. 이는 온도 변화가 일어났을 때 점도 변화가 크게 일어나 점도의 온도 의존성이 크다는 것을 의미함.

- 냉해동에 따른 물성학적 안정성 평가



[소재 블렌딩에 따른 냉해동 안정성 분석]

· 농축대두단백 및 하이드로콜로이드 블렌딩 소재의 냉해동에 따른 물성학적 안정성 분석을 진행한 결과, xanthan gum과 methylcellulose 블렌딩 소재를 첨가한 모든 시료가 농축대두단백 시료보다 낮은 syneresis값을 보여줌. 이를 통해 블렌딩 소재의 첨가가 냉해동 안정성을 향상시키는 것을 확인함. 특히, methylcellulose 함량이 증가할수록 syneresis값이 증가하고, xanthan gum의 함량이 증가할수록 syneresis값이 감소했는데, 이는 xanthan gum을 첨가할수록 물과의 결합력이 높아져 좀 더 강한 내부 구조를 형성함으로써 더 적은 수분이 용출된 것으로 판단됨. 즉, xanthan gum은 냉해동 안정성을 향상시키는데 효과적임을 확인함.

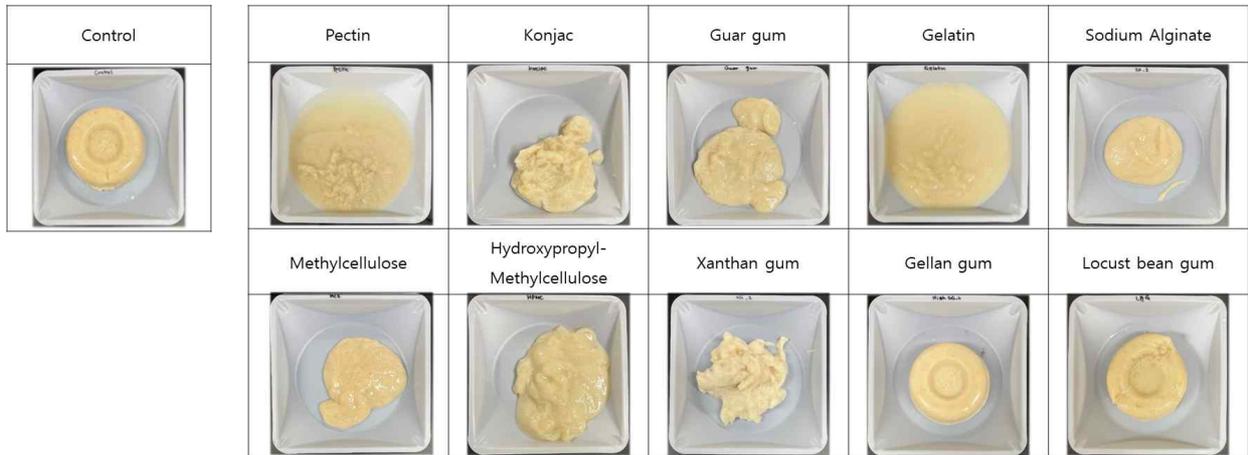
[2 차년도] 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 저작 물성 평가

○ 블렌딩 물성 소재 제조 및 특성 분석

- 개별 하이드로콜로이드 적용에 따른 고령자용 고단백 연화 무스식의 품질 특성

· 하이드로콜로이드 소재를 단독으로 적용하여 무스식 제조 시, 대부분이 젤을 형성하지 못함. Gellan gum만이 탄력있는 젤을 형성하였고, Locust bean gum 경우 약한 젤을 형성함. 따라서,

추후 무스식에 적용한 기본 젤화제로서 Gellan gum을 선택함.



[하이드로콜로이드 개별 적용에 따른 고단백 연화 무스식 제조]

| | Control | Pectin | Gelatin | Xanthan gum | Gellan gum | Locust bean gum |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Syneresis (%) | 9.85 ±1.03e | 39.81 ±1.62b | 47.63 ±1.59a | 0.03 ±0.01f | 13.99 ±1.04d | 34.78 ±0.98c |

(Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

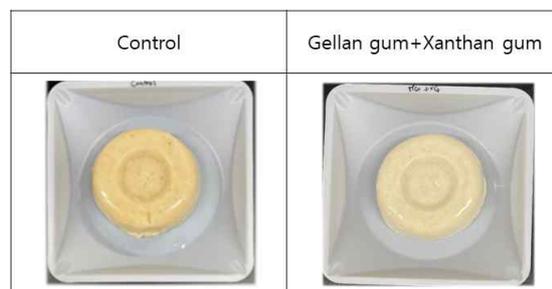
| | Konjac | Guar gum | Sodium Alginate | Methylcellulose | Hydroxypropyl-Methylcellulose |
|---------------|--------|----------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| Syneresis (%) | - | - | - | - | - |

('-', Not Detected)

[하이드로콜로이드 개별 적용에 따른 고단백 연화 무스식의 syneresis]

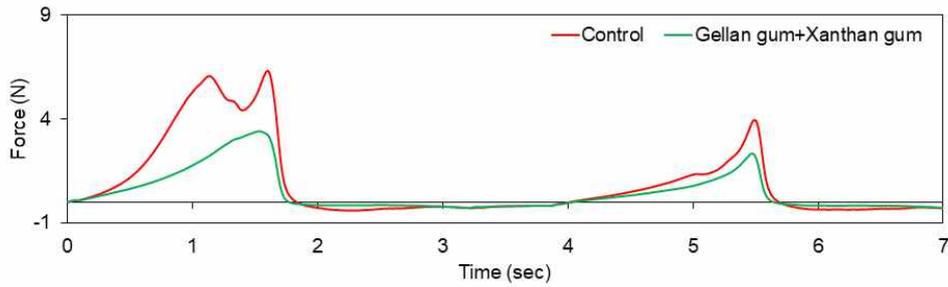
· 하이드로콜로이드 소재가 개별 적용된 시료를 냉해동한 후 이수특성을 분석한 결과, 대조구 (9.85%)에 비해 Pectin, Gelatin, Gellan gum, Locust bean gum 사용 시 높은 이수특성을 보였고 그 외 시료의 경우 원심분리에 따른 액체 분리가 관찰되지 않아 syneresis 측정이 불가함. 하이드로콜로이드 시료 중 Xanthan gum이 매우 낮은 이수특성을 보여주어 무스식의 냉해동 안정성을 향상시키기 위한 소재로 선택함.

- 하이드로콜로이드 블렌딩에 따른 고령자용 고단백 연화 무스식의 품질 특성



[Gellan gum 및 Xanthan gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식 제조]

· 이전 실험 결과를 토대로 젤화 특성을 가진 Gellan gum과 이수현상 저감화 소재인 Xanthan gum을 블렌딩하여 고령자용 고단백 연화 무스식을 제조하였고 그 결과 외형적으로 단단하고 탄력적인 젤이 형성되는 것을 확인함.



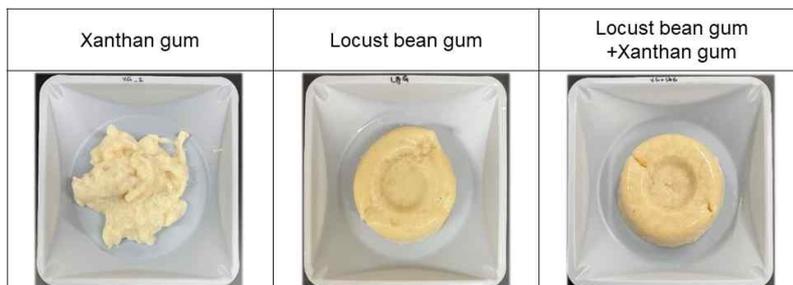
[Gellan gum 및 Xanthan gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 프로파일]

| | Control | Gellan gum+Xanthan gum |
|---------------------|------------|------------------------|
| Peak Force 1 (N) | 6.82±0.78 | - |
| Peak Force 2 (N) | 6.23±0.50* | 3.42±0.33 |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.54±0.08* | 0.34±0.08 |
| Springiness | 0.91±0.00 | 0.90±0.01 |
| Cohesiveness | 0.35±0.02 | 0.51±0.07 |
| Chewiness (N·mm) | 2.01±0.25 | 1.57±0.34 |
| Resilience | 0.08±0.01 | 0.10±0.03 |

(-': not detected, Asterisk is significantly different within the samples by t-test at p<0.05)

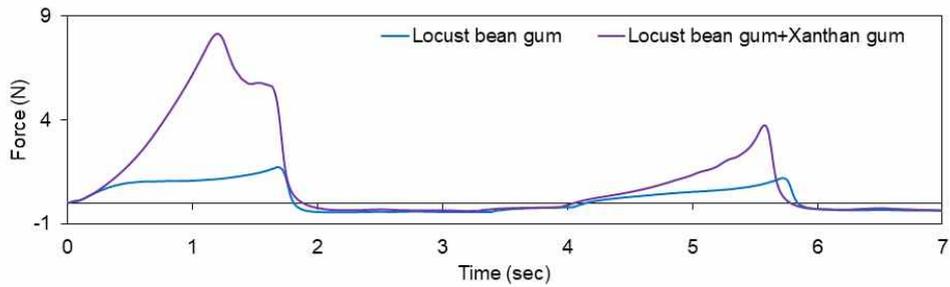
[Gellan gum 및 Xanthan gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 특성]

· Gellan gum+Xanthan gum 블렌딩 시료의 텍스처 측정 결과, 대조구와 비교하여 Peak Force 1이 관찰되지 않았고 Peak Force 2가 낮게 측정되었음. 따라서, 대조구와 유사한 물성 부여를 위해 Peak Force 1을 부여해줄 수 있는 소재와 Peak Force 2를 좀 더 강화시켜 줄 수 있는 소재가 필요함.



[Xanthan gum 및 Locust bean gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식 제조]

· 앞서 언급된 것처럼 Xanthan gum를 단독 사용 시 젤이 형성 안 되었고 Locust bean gum의 경우 Peak Force 1이 없는 약한 강도의 젤이 형성되지만, Locust bean gum과 Xanthan gum을 동시 사용 시 synergistic 효과를 통해 강한 강도의 젤이 형성됨.



[Xanthan gum 및 Locust bean gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 프로파일]

| | Locust bean gum | Locust bean gum +Xanthan gum |
|---------------------|-----------------|------------------------------|
| Peak Force 1(N) | - | 8.09±0.27 |
| Peak Force 2(N) | 1.72±0.08 | 5.58±0.45* |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.81±0.05* | 0.63±0.09 |
| Springiness | 0.93±0.00 | 0.95±0.04 |
| Cohesiveness | 0.50±0.01* | 0.30±0.01 |
| Chewiness (N·mm) | 0.79±0.04 | 1.57±0.11* |
| Resilience | 0.05±0.00 | 0.06±0.01 |

(“-”: Not Detected, Asterisk is significantly different within the samples by t-test at p<0.05)

[Xanthan gum 및 Locust bean gum 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 특성]

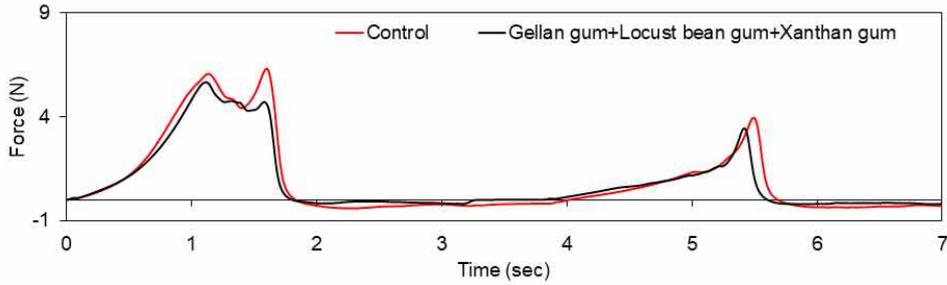
· 제조된 Xanthan gum, Locust bean gum, Locust bean gum+Xanthan gum 시료 중 젤이 형성된 Locust bean gum, Locust bean gum+Xanthan gum 시료의 텍스처를 분석함. Locust bean gum 단독 사용 시 약한 강도의 젤이 형성되었고, Peak Force 1 또한 관찰되지 않음. 하지만, Locust bean gum과 Xanthan gum을 혼합할 경우 젤이 형성되었고 Peak Force 1이 관찰됨. 따라서, Gellan gum+Xanthan gum 젤에 Locust bean gum을 추가 적용 시 Peak Force 1을 가진 젤 형성이 가능하다고 판단됨.

| | Control | Gellan gum +Xanthan gum | Locust bean gum +Xanthan gum |
|---------------|------------|-------------------------|------------------------------|
| Syneresis (%) | 9.85±1.03a | 0.06±0.04c | 5.82±1.22b |

(Means with different letters on the same row differ significantly at p < 0.05)

[하이드로콜로이드 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 syneresis]

· 앞서 언급된 것처럼 Xanthan gum이 연화 무스식의 냉해동 안정성에 기여한다는 결과를 토대로 Gellan gum 및 Locust bean gum에 Xanthan gum을 블렌딩하여 냉해동 안정성을 측정함. 냉해동 안정성의 경우, Gellan gum, Locust bean gum에 Xanthan gum 혼합 시 대조구 대비 낮은 이수 특성을 보여주었고, 특히, Locust bean gum+Xanthan gum에 비해 Gellan gum+Xanthan gum이 더 낮게 관찰됨. 따라서, Gellan gum+Xanthan gum에 Locust bean gum을 추가하여, 냉해동 안정성이 우수하고 Peak Force 1을 가진 젤을 제조할 수 있다고 판단됨.



[하이드로콜로이드 최적 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 프로파일]

| | Control | Gellan gum+Locust bean gum +Xanthan gum |
|---------------------|------------|--|
| Peak Force 1 (N) | 6.82±0.78 | 5.82±0.65 |
| Peak Force 2 (N) | 6.23±0.50 | 4.57±1.19 |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.54±0.08* | 0.17±0.01 |
| Springiness | 0.91±0.00 | 1.10±0.19 |
| Cohesiveness | 0.35±0.02 | 0.34±0.00 |
| Chewiness (N·mm) | 2.01±0.25 | 1.73±0.54 |
| Resilience | 0.08±0.01 | 0.08±0.01 |

(Asterisk is significantly different within the samples by t-test at p<0.05)

[하이드로콜로이드 최적 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 텍스처 특성]

· Gellan gum, Locust bean gum, Xanthan gum 3 가지 하이드로콜로이드를 블렌딩하여 고령자용 고단백 연화 무스식을 제조함. 특히, 대조구 젤화제 대비 60%의 적은 양을 사용하여 고령자용 고단백 연화 무스식제조가 가능하면서, Peak Force 1이 관찰되고 Peak Force 2 또한 유의적으로 차이가 없는 젤 형성이 가능함. 또한, 대부분의 텍스처 특성에서도 유의적 차이가 없었고 Adhesiveness가 낮게 관찰되어 무스 식 섭취 시 삼킴 특성에도 긍정적 역할을 할 것으로 판단됨.

| | Control | Gellan gum+Locust bean gum +Xanthan gum |
|---------------|------------|--|
| Syneresis (%) | 9.85±1.03* | 5.19±0.75 |

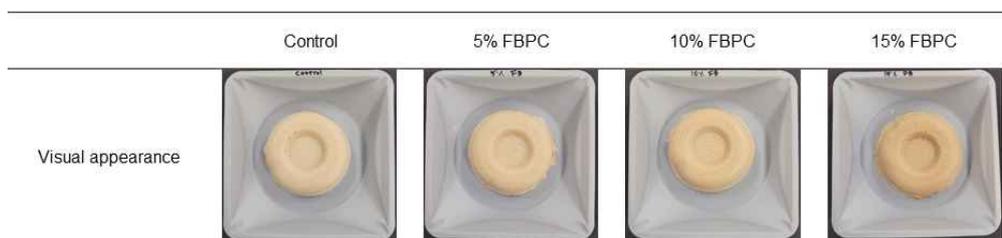
(Asterisk is significantly different within the samples by t-test at p<0.05)

[하이드로콜로이드 최적 블렌딩에 따른 고단백 연화 무스식의 syneresis]

· 냉해동 안정성의 경우 역시, Gellan gum, Locust bean gum, Xanthan gum 혼합 시 대조구보다 개선된 냉해동 안정성을 보여줌. 결과적으로, Gellan gum+Locust bean gum+Xanthan gum이 텍스처 및 냉해동 안정성 측면에서 기존 젤화제보다 개선되었음을 확인하여 추후 분지아미노산 고단백 소재가 적용된 무스식의 젤화 소재로 적용함.

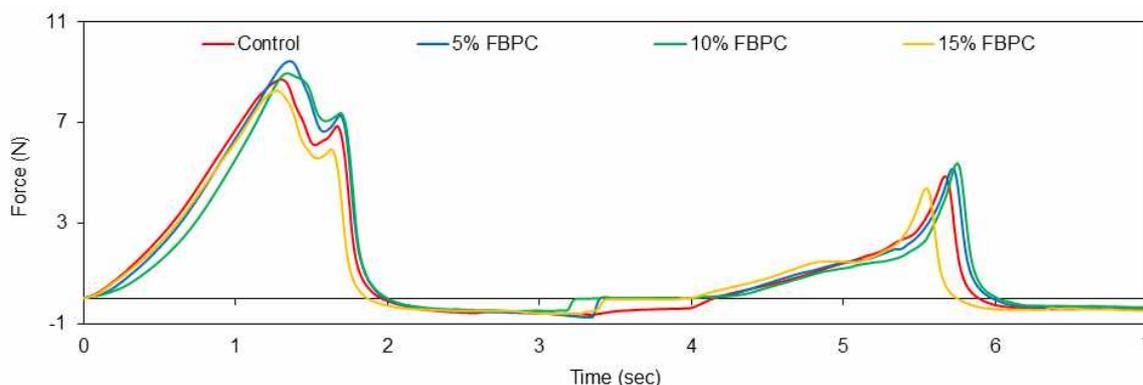
○ 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 복합 물성 분석

- 블렌딩 물성 소재 적용에 따른 분지아미노산 고단백 소재의 젤형성능 평가



[분지아미노산 고단백 소재를 활용한 연화 무스식 제조]

· 분지아미노산 고단백 소재로 fava bean protein concentrate (FBPC)를 5, 10, 15% (w/w) 첨가하여 고단백 연화 무스식을 제조 시 외형상 단단하고 탄력있는 젤이 형성됨을 확인함.



[분지아미노산 고단백 소재 함유 연화 무스식의 텍스처 프로파일]

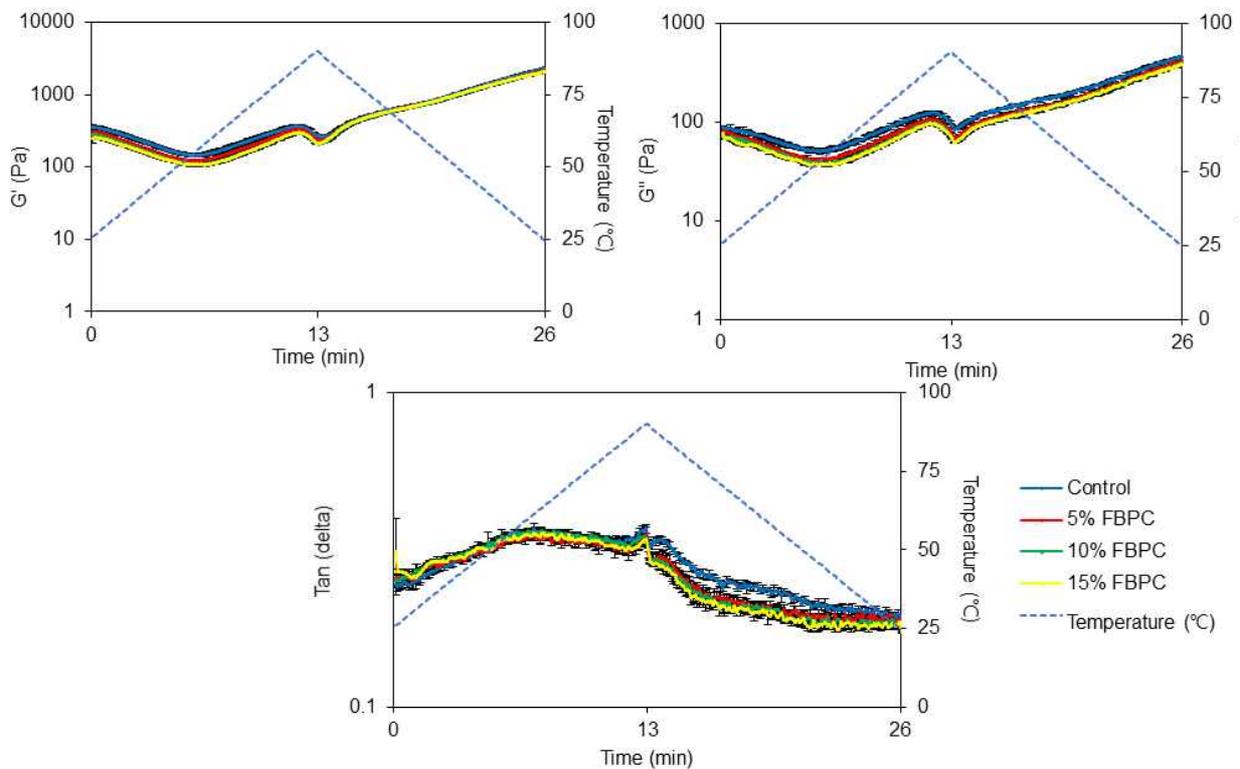
· FBPC를 첨가한 고단백 연화 무스식의 텍스처를 대조구와 비교 시 FBPC 첨가량이 높아질수록 Peak Force 2, Adhesiveness 가 점차적으로 감소하는 경향을 보여줌 하지만, Peak Force 1, Peak Force 2, Adhesiveness, Springiness, Cohesiveness, 및 Chewiness에서 모두 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타남. 본 연구에서 시도된 함량 범위에서 FBPC를 사용 시 젤 형성능에 부정적인 영향을 미치지 않는다는 것을 확인함.

| | Control | 5% FBPC | 10% FBPC | 15% FBPC |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| Peak Force 1 (N) | 8.75±0.00* | 9.36±0.10* | 8.29±1.02* | 8.55±0.35* |
| Peak Force 2 (N) | 8.66±1.57* | 7.58±1.44* | 7.50±0.44* | 5.91±0.35* |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.81±0.23* | 0.65±0.11* | 0.76±0.22* | 0.62±0.08* |
| Springiness | 0.96±0.05* | 1.00±0.00* | 0.97±0.04* | 1.00±0.01* |
| Cohesiveness | 0.30±0.01* | 0.32±0.02* | 0.34±0.03* | 0.32±0.01* |
| Chewiness (N·mm) | 2.47±0.49* | 2.42±0.56* | 2.75±0.46* | 2.22±0.41* |

(Means with asterisks do not significantly differ at $p < 0.05$)

[분지아미노산 고단백 소재 함유 연하 무스식의 텍스처 분석]

- 가열-냉각 사이클을 통한 블렌딩-분지아미노산 소재의 물성 안정성 평가



[분지아미노산 고단백 소재 적용에 따른 점탄성 분석]

· Rheometer를 이용하여 가열-냉각 사이클에 따른 FBPC 함유 고단백 연하 무스 시료의 동적 점탄성(G' , G'')을 측정된 결과, 온도가 25°C에서 90°C로 증가하는 동안에는 G' , G'' 모두 감소하다가 증가하는 패턴을 보여줌. 이후 온도가 90°C에서 25°C로 감소하는 동안에는 모든 시료의 G' , G'' 이 계속해서 증가하는 형태를 보여주어 젤이 형성됨을 확인함. $\tan(\delta)$ 값은 점성이 높아질수록 커지고, 탄성이 증가할수록 감소하는데 가열-냉각 사이클에 따라 감소하는 패턴을 보여주어 젤 형성에 따른 탄성 증가로 판단됨. 아울러, FBPC 함량이 증가할수록 G' , G'' 모두 약간씩 감소하는 패턴을 보여주었지만, 그 전반적인 변화가 두드러지지 않아, 앞서 언급된 텍스처 측정과 유사한 경향이 관찰됨.

| | Control | 5% FBPC | 10% FBPC | 15% FBPC |
|---------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Syneresis (%) | 11.53 ±1.65ab | 13.94 ±3.06a | 6.28 ±3.53c | 7.30 ±1.80bc |

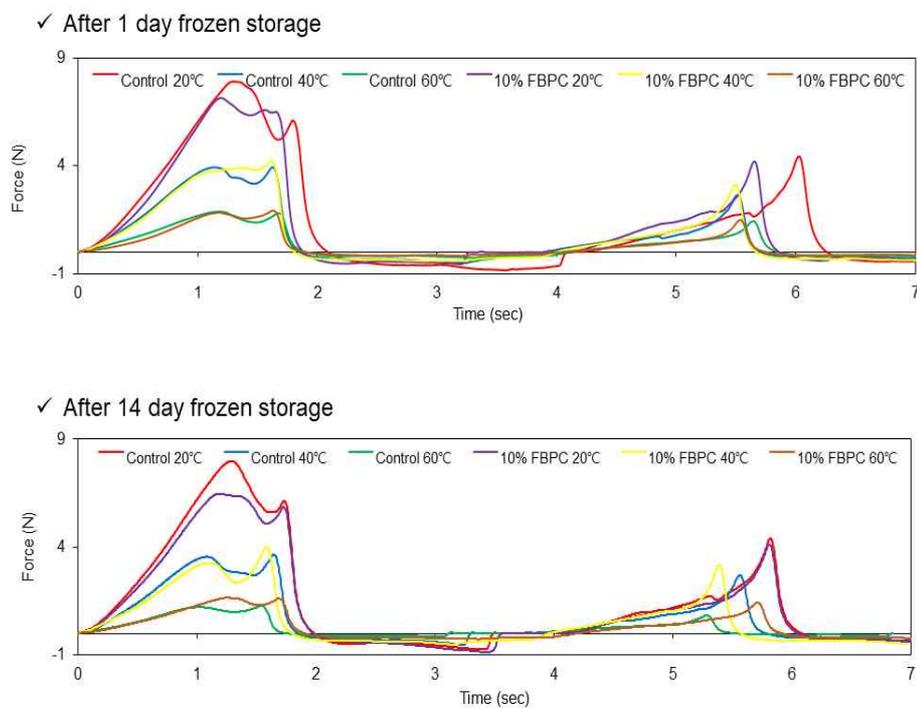
(Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[분지아미노산 고단백 소재 적용에 따른 연하 무스식의 syneresis]

· FBPC를 첨가한 시료와 대조구의 syneresis (%)를 측정한 결과, 대체적으로 FBPC의 함량이 증가할수록 syneresis (%)가 감소하는 경향을 보임. 이를 통해, FBPC 첨가 시 친수성 증가로 해석되며 고단백 연하 무스식이 제조의 냉해동 안정성에 긍정적으로 기여한다고 판단됨.

○ 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 저작 물성 분석

- 온도 및 저장에 따른 저작 물성 분석



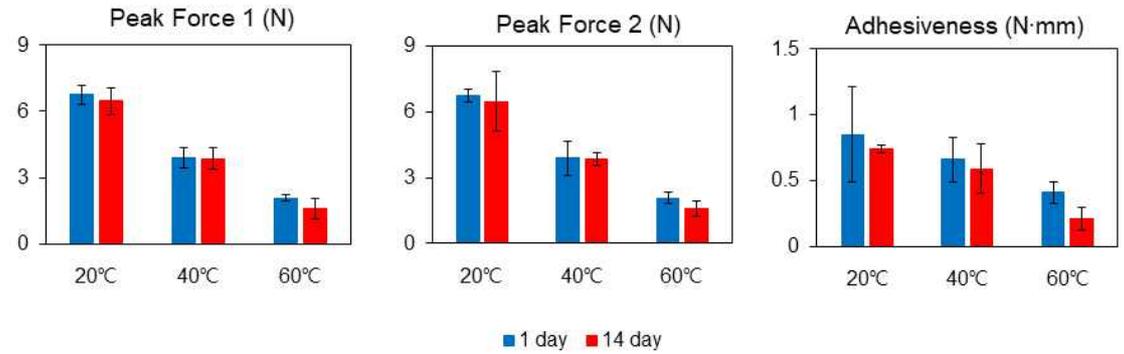
[FBPC 함유 고단백 연하 무스식의 온도 및 저장 기간에 따른 텍스처 프로파일]

· 제조된 FBPC 함유 고단백 연하 무스식을 1, 14일 동안 냉동 저장한 후 20°C, 40°C, 60°C에서 각각 안정화시켜 TPA 그래프를 비교 분석함으로써 온도 및 저장에 따른 저작 물성을 분석함. 전체적인 텍스처 프로파일에서는 저장기간에 따른 차이점은 없었지만, 온도에 따른 확연한 차이는 관찰됨.

· 특히, 온도가 높아질수록 전체적인 텍스처 피크가 작아지는 것이 확인되어 Peak Force 1, Peak Force 2, Adhesiveness, 및 Chewiness 등이 감소되는 것을 확인함. 저장 기간의 경우 저장 1일차 시료의 값보다 14일차 시료의 값이 전반적으로 다소 작아지는 경향을 보이나 그 차이가 미미한 수

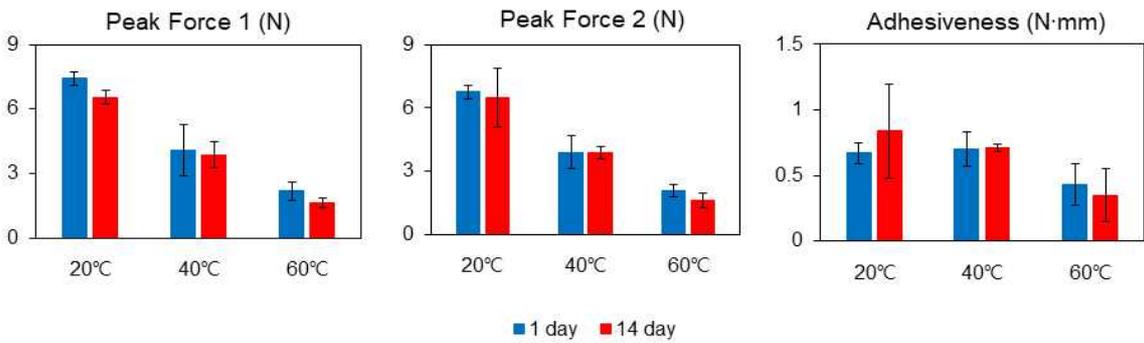
준임.

✓ FBPC 미함유



[온도에 따른 저작 물성 분석(FBPC 미함유)]

✓ FBPC 함유



[온도에 따른 저작 물성 분석(FBPC 함유)]

· 제조된 FBPC 함유 고단백 연하 무스식(1일 냉동 저장) 20°C, 40°C, 60°C에서 각각 안정화시켜 TPA 그래프를 비교 분석함. 텍스처 변수들이 FBPC 첨가 여부와는 관계없이 온도에 따라 현격하게 달라지는 것을 확인함. 전체적으로 온도가 높아질수록 Peak Force 1, Peak Force 2, 및 Chewiness 값이 감소하고 반면 Chewiness는 감소, Springiness는 전반적으로 일정한 것을 확인함.

· 저장기간에 따른 저작 물성을 비교 시, 1일차와 14일차의 그래프 모두 유사한 경향성을 띠고 있으며, 그 값 또한 큰 변화가 없게 관찰됨. 이를 통해 연화 무스식을 일정기간 냉동 보관 후에도 저작 물성 변화는 크게 없는 것으로 판단됨.

- 공인 방법(Universal Design Food, 식품공전 등)에 의한 저작 물성 단계 분석

| UDF steps | Description | Maximum Stress (Pa) |
|-----------|--------------------------------|--|
| 1 | Easy to chew | 5×10^5 |
| 2 | Can be chewed with gums | 5×10^4 |
| 3 | Can be broken down with tongue | Sol: 1×10^4 Gel: 2×10^4 |
| 4 | Does not have to be chewed | Sol: 3×10^3 Gel: 2×10^3 |

[UDF 단계 물성 기준]

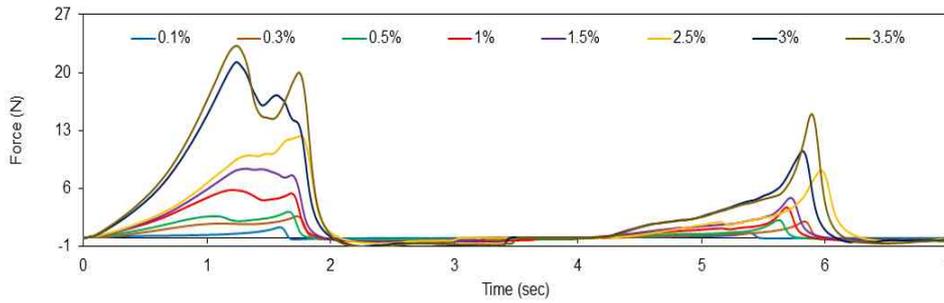
| | Control | 5% FBPC | 10% FBPC | 15% FBPC |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Stress (Pa) | 2.95×10^4 $\pm 1804.65^*$ | 2.96×10^4 $\pm 444.48^*$ | 2.73×10^4 $\pm 1642.06^*$ | 2.72×10^4 $\pm 1109.51^*$ |
| Corresponding UDF steps | 2 | 2 | 2 | 2 |

(Means with asterisks do not significantly differ at $p < 0.05$)

[대조구와 각 FBPC 함유량에 따른 UDF 단계 결정]

· 고령친화식품 물성 측정을 위한 대표적 공인방법인 Universal Design Food (UDF)의 물성 기준은 Maximum Stress (Pa) 값에 따라 총 4단계로 나뉘는데, ‘용이하게 씹을 수 있다’에 해당하는 1단계와 ‘잇몸으로 부술 수 있다’에 해당하는 2단계, ‘혀로 부술 수 있다’에 해당하는 3단계, 및 씹지 않아도 된다’에 해당하는 4단계로 분류됨.

· 분지아미노산 고단백 소재로 fava bean protein concentrate (FBPC)를 5, 10, 15% (w/w) 첨가하여 제조된 고단백 연화 무스식을 UDF 방법으로 측정 시 3×10^4 보다 작은 stress 값이 측정되어 대조구와 5%, 10%, 15% FBPC 첨가 시료 모두 UDF 2단계에 포함됨. 앞서 기술된 젤형성능 평가의 텍스처 결과와 같이 시료별로 차이를 보이지 않아, 본 연구에서 시도된 FBPC 첨가량의 경우 고단백 연화 무스식의 저작 물성 단계에 영향을 미치지 않음을 확인함. 따라서, 블렌딩 소재의 함량 제어를 통해 다양한 고령친화식품 UDF 물성 단계를 가진 시료를 제조함.



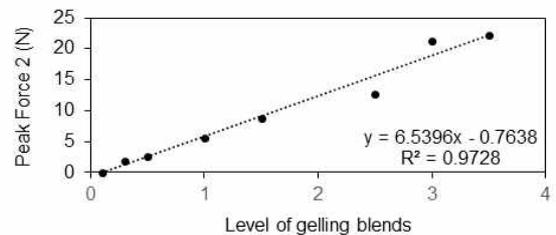
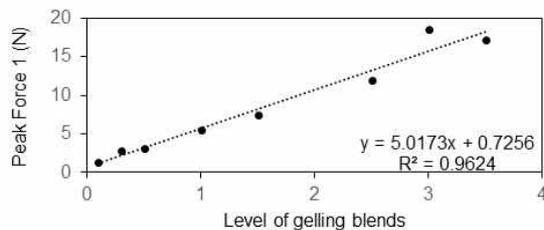
[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 고령친화식품 텍스처 프로파일]

| Level of gelling blends | Peak Force 1 (N) | Peak Force 2 (N) | Adhesiveness (N·mm) | Springiness | Cohesiveness | Chewiness (N·mm) |
|-------------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| 0.1% | 1.35 ±0.12d | - | 0.13 ±0.03c | 0.96 ±0.05* | 0.34 ±0.01* | 0.43 ±0.00d |
| 0.3% | 2.84 ±0.34cd | 1.83 ±0.18e | 0.48 ±0.20bc | 0.91 ±0.02* | 0.36 ±0.03* | 0.92 ±0.01cd |
| 0.5% | 3.16 ±0.05cd | 2.61 ±0.12de | 0.50 ±0.06bc | 0.89 ±0.07* | 0.32 ±0.00* | 0.95 ±0.08cd |
| 1% | 5.50 ±0.18cd | 5.61 ±0.23cd | 0.67 ±0.04b | 0.99 ±0.00* | 0.31 ±0.01* | 1.71 ±0.13cd |
| 1.5% | 7.46 ±1.36c | 8.71 ±0.34c | 0.72 ±0.19b | 0.97 ±0.05* | 0.33 ±0.00* | 2.7 ±0.98bc |
| 2.5% | 11.93 ±2.38b | 12.77 ±3.34b | 0.54 ±0.10b | 1.00 ±0.00* | 0.34 ±0.03* | 4.07 ±0.85b |
| 3% | 18.55 ±3.65a | 21.24 ±0.03a | 1.40 ±0.25a | 1.00 ±0.00* | 0.31 ±0.01* | 6.67 ±1.44a |
| 3.5% | 17.23 ±2.82a | 22.21 ±1.65a | 1.14 ±0.20a | 1.00 ±0.00* | 0.31 ±0.02* | 5.92 ±0.77a |

(‘-’: Not Detected, Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

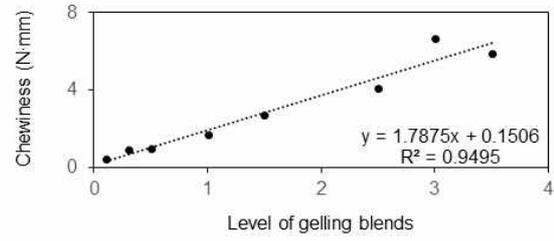
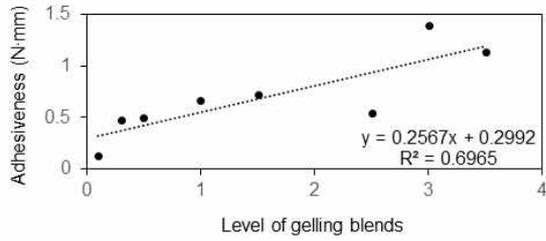
(Means with asterisks do not significantly differ at $p < 0.05$)

[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 고령친화식품 텍스처 특성]



[블렌딩 물성 소재 함량 및 고령친화식품 텍스처 특성과의 상관관계]

· 블렌딩 소재의 함량을 제어하여 다양한 물성 단계를 가진 시료를 제조함. 텍스처 분석 결과, 블렌딩 소재의 함량이 증가할수록 Peak Force 1, Peak Force 2, Adhesiveness, 및 Chewiness가 비례적으로 증가하는 경향을 보였는데, Peak Force 1, Peak Force 2, Chewiness는 결정계수 0.94 이상의 높은 상관성을 보여줌. 하지만, Springiness와 Cohesiveness는 유의적인 차이를 보이지 않



음. 따라서, 물성 소재의 함량을 제어하여 단단한 정도를 조절하여 제조할 수 있음.

| Level of gelling blends | Stress (Pa) | Corresponding UDF steps |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 0.1% | $2.86 \times 10^3 \pm 2494.44e$ | 4 |
| 0.3% | $6.03 \times 10^3 \pm 5276.16e$ | 3 |
| 0.5% | $6.77 \times 10^3 \pm 5866.44de$ | 3 |
| 1% | $1.21 \times 10^4 \pm 10489.61d$ | 3 |
| 1.5% | $2.77 \times 10^4 \pm 1083.25c$ | 2 |
| 2.5% | $4.31 \times 10^4 \pm 8107.12b$ | 2 |
| 3% | $6.92 \times 10^4 \pm 2627.55a$ | 1 |
| 3.5% | $7.07 \times 10^4 \pm 5240.95a$ | 1 |

(Means with different letters on the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 UDF 물성 단계]

- 다양한 물성 단계를 가진 고단백 연화식 개발을 위해 본 연구를 통해 개발된 블렌딩 물성 소재 Gellan gum+Xanthan gum+Locust bean gum의 함량을 달리하여 고단백 연화 무스식을 제조함. 그 후 UDF 공인 방법을 토대로 텍스처 측정을 통해 UDF 단계를 결정함.
- 그 결과, 물성 소재가 0.1% 이하로 사용될 경우, UDF 4단계에 해당하여 ‘씹지 않아도 된다’에 해당하는 기준에 만족함. 그리고, 0.3% - 1% 범위로 사용될 경우 UDF 3단계에 해당하여 ‘혀로 부술 수 있다’에 해당하고, 1.5% 및 2.5% 수준의 경우 UDF 2단계에 해당하여 ‘잇몸으로 부술 수 있다’에 해당함. 물성 소재가 3% 이상 함유된 경우 UDF 1단계에 속해 ‘용이하게 씹을 수 있다’에 해당함.

| Level of gelling blends | 3% | 3.5% |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Stress (Pa) | 1.21×10^5 $\pm 7,806.70$ | 1.27×10^5 ± 14177.62 |
| Corresponding UDF steps | 1 | 1 |

[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 UDF 물성 1단계 확인]

- UDF 기준 1단계에 속하는 시료의 경우 지름 3 mm의 프로브를 사용하여 측정값이 5×10^5 Pa 을 넘지 않는 것을 확인해야 함. 따라서, UDF 1단계로 확인된 3%, 3.5% 시료를 대상으로 실험을 진행하였고, 측정된 stress 값은 5×10^5 Pa을 넘지 않아 제시된 기준을 만족하는 것을 확인함.

| Level of gelling blends | 2.5% | 3% | 3.5% |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Stress (Pa) | 6.34 x 10 ⁴ ± 3545.82b | 6.47 x 10 ⁴ ± 3654.18b | 7.27 x 10 ⁴ ± 5803.44a |
| Food Code Guideline (O/X) | O | O | O |

(Means with different letters on the same row differ significantly at p < 0.05)

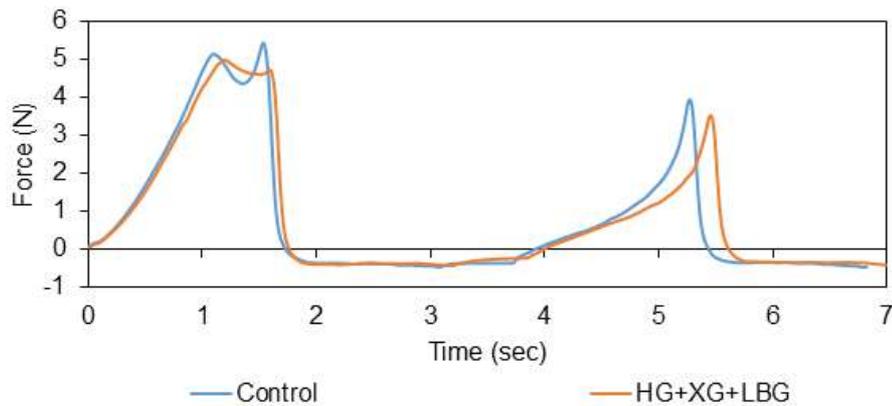
[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 식품공전 물성 기준 확인]

· UDF 방법 이외에 식품공전 방법을 사용하여 분지아미노산 고단백 소재로 fava bean protein concentrate (FBPC)를 첨가하여 제조된 고단백 연화 무스식의 고령친화식품 여부를 판별함. 식품공전에서는 경도조절제품에 한하여 ‘고령자가 섭취하기 용이하도록 경도 500,000 Pa 이하로 제조하여야 한다’라는 고령친화식품의 물성 기준을 가지고 있음. 본 연구에서 시도된 물성 소재 함량 범위에서 높은 강도를 가진 2.5%, 3%, 3.5% 시료를 대상으로 식품공전 방법으로 물성을 측정한 결과 stress 값이 5 x 10⁵ Pa 미만으로 분석되어 모든 시료가 고령친화식품의 기준을 만족하고 있음을 확인함.

[3차년도] 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 소화물성 평가

○ 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 소화 물성 분석

- 소화 모방 시스템을 활용한 블렌딩 물성 소재-분지아미노산 고단백 소재의 유동 특성 분석



[고단백 무스식의 텍스처 프로파일]

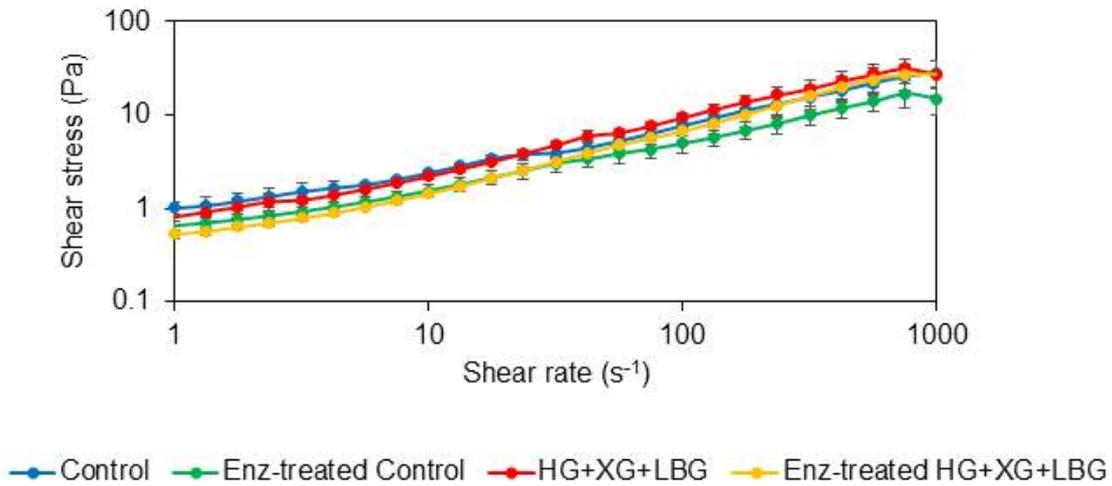
| | Control | HG+XG+LBG |
|---------------------|------------|-----------|
| Peak Force 1 (N) | 3.89±0.85* | 5.01±0.37 |
| Peak Force 2 (N) | 3.75±0.55* | 5.04±0.09 |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.81±0.07* | 0.76±0.04 |

| | | |
|---------------|------------|-----------|
| Springiness | 0.89±0.01* | 0.89±0.02 |
| Cohesiveness | 0.37±0.2* | 0.35±0.05 |
| Chewiness (N) | 1.26±0.24* | 1.54±0.08 |

(Asterisk does not significantly differ from one another at $p>0.05$)

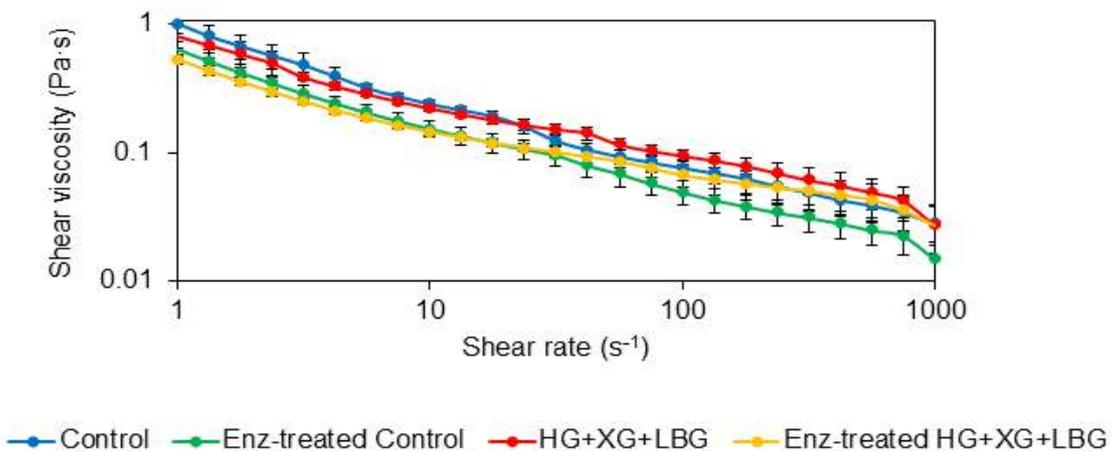
[고단백 무스식의 텍스처 특성]

· 소화 모방 시스템 적용에 따른 유동 특성을 분석하기 전, 텍스처 분석을 통해 시판용 젤화제와 블렌딩 물성 소재를 적용하여 제조된 고단백 연화 무스식의 텍스처 유사성을 평가함. 두 시료 모두 Peak Force 1과 Peak Force 2가 모두 관찰되어 부서짐성(fracturability)이 있는 유사한 텍스처 프로파일이 관찰됨. 아울러, 대부분 텍스처 특성에서도 통계학적으로 차이가 없는 수치를 보여주어, 개발된 블렌딩 물성 소재를 사용 시 소화 물성 분석 전 시판 제품과 유사한 텍스처 특성을 가지는 것을 확인함.



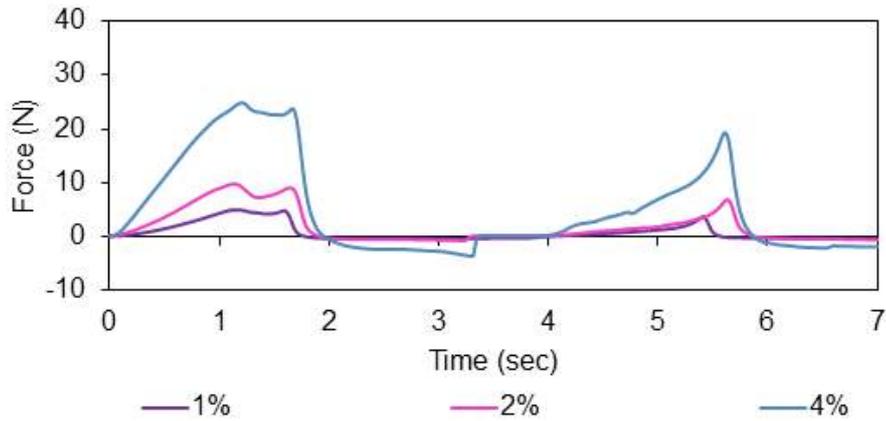
[소화 모방 시스템 적용 고단백 무스식의 유동 특성 - shear stress]

· 시판용 젤화제(Control)와 블렌딩 물성 소재(HG+XG+LBG)를 적용하여 제조된 고단백 연화 무스식을 대상으로 소화 전후의 물성을 분석함. 모든 시료에 대해서, shear rate이 증가함에 따라 shear stress가 증가하는 양의 상관관계를 보여줌. Control과 HG+XG+LBG 시료 모두 소화 모방 시스템을 적용 시 shear stress가 감소하는 패턴을 보여줌. 하지만, 텍스처 특성에서와 같이 소화 모방 처리 이후에도 Control과 HG+XG+LBG 사이에 유사한 shear stress 값을 보여줌.



[소화 모방 시스템 적용 고단백 무스식의 유동 특성 - shear viscosity]

· 점도(viscosity)는 shear stress를 해당 shear rate으로 나눈 값으로 정의되어, 위에서 얻어진 shear rate에 따른 shear stress 곡선으로부터 점도를 계산함. 모든 시료에서 shear rate가 증가할수록 shear viscosity가 감소한 것으로 보아 전단 희석(shear-thinning) 유체의 특성이 관찰되는 것을 확인함. 하지만, Control과 HG+XG+LBG사이의 차이는 관찰되지 않고, 유사한 패턴을 보였음. Shear rate에 따른 shear stress 곡선과 마찬가지로, 소화 처리 후 viscosity가 감소하는 패턴이 관찰되었지만, Control과 HG+XG+LBG 사이의 큰 차이는 관찰되지 않음.



[블렌딩 물성 소재 함량에 따른 고단백 무스식의 텍스처 프로파일]

| | 1% | 2% | 4% |
|---------------------|------------|------------|-------------|
| Peak Force 1 (N) | 5.01±0.37c | 8.91±0.16b | 22.20±2.52a |
| Peak Force 2 (N) | 5.05±0.09c | 9.16±0.41b | 21.55±4.36a |
| Adhesiveness (N·mm) | 0.77±0.04b | 0.78±0.09b | 3.34±1.00a |
| Springiness | 0.88±0.02b | 1.43±0.05a | 1.19±0.25b |
| Cohesiveness | 0.35±0.01b | 0.36±0.01a | 0.41±0.01a |
| Chewiness (N) | 1.54±0.08c | 4.60±0.27b | 9.21±1.14a |

(Means with different letters in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 고단백 무스식의 텍스처 특성]

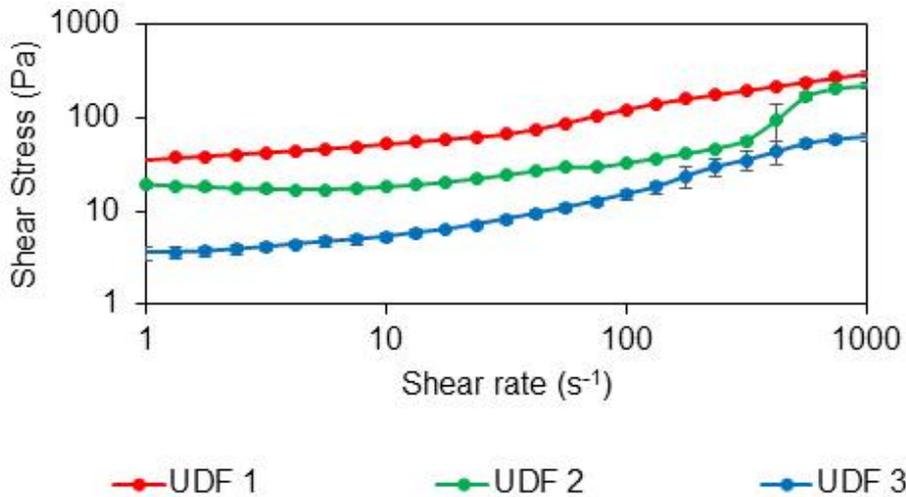
· 소화 모방 시스템 적용에 따른 유동 특성을 분석하기 전, 텍스처 분석을 통해 블렌딩 물성 소재의 함량을 달리하여(1%, 2%, 3%) 제조된 고단백 연화 무스식의 텍스처 특성을 평가함. 텍스처 특성을 확인하였을 때 함량이 증가함에 따라 Peak Force1(N), Peak Force2(N)등 대부분의 텍스처 변수 값이 확연하게 증가하는 경향을 보임.

| | 1% | 2% | 4% |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Stress (Pa) | $1.60 \times 10^4 \pm 1,178.34$ c | $2.80 \times 10^4 \pm 509.55$ b | $7.07 \times 10^4 \pm 8,025.47$ a |
| Corresponding UDF steps | 3 | 2 | 1 |

(Means with different letters in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

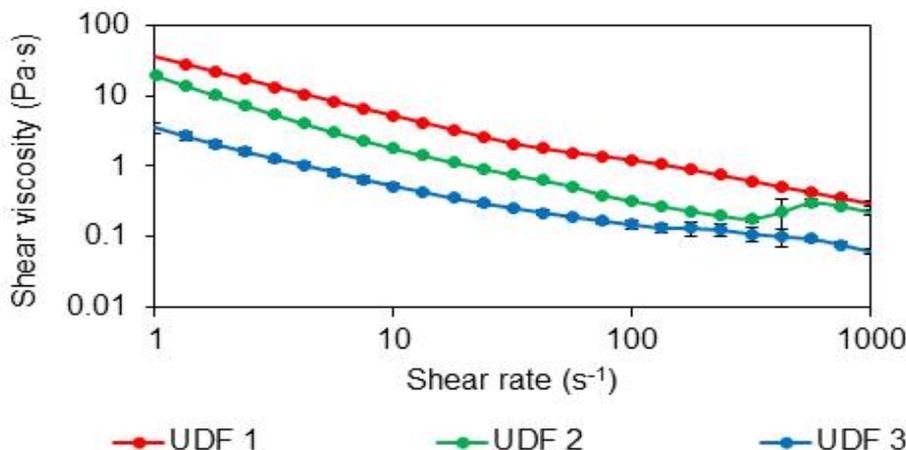
[블렌딩 물성 소재 적용에 따른 고단백 무스식의 UDF 단계]

· 고령친화식품 물성 단계별 시료의 소화 물성 분석을 위해, Universal Design Food (UDF)의 물성 기준에 따라 블렌딩 물성 소재 함량을 달리하여 UDF 1, 2, 3 단계 시료를 제조함. 물성 단계 확인을 위해 texture analyzer를 사용하여 stress 값을 분석하여 UDF 물성 단계를 확인함. 함량에 따른 측정결과를 보면 블렌딩 물성 소재의 함량이 증가할수록 stress 값이 증가하는 것으로 확인됨. 블렌딩 물성 소재 함량에 따른 UDF 단계를 확인해보았을 때, 1% 사용 시 3단계, 2%는 2단계, 4%는 1단계로 확인됨.



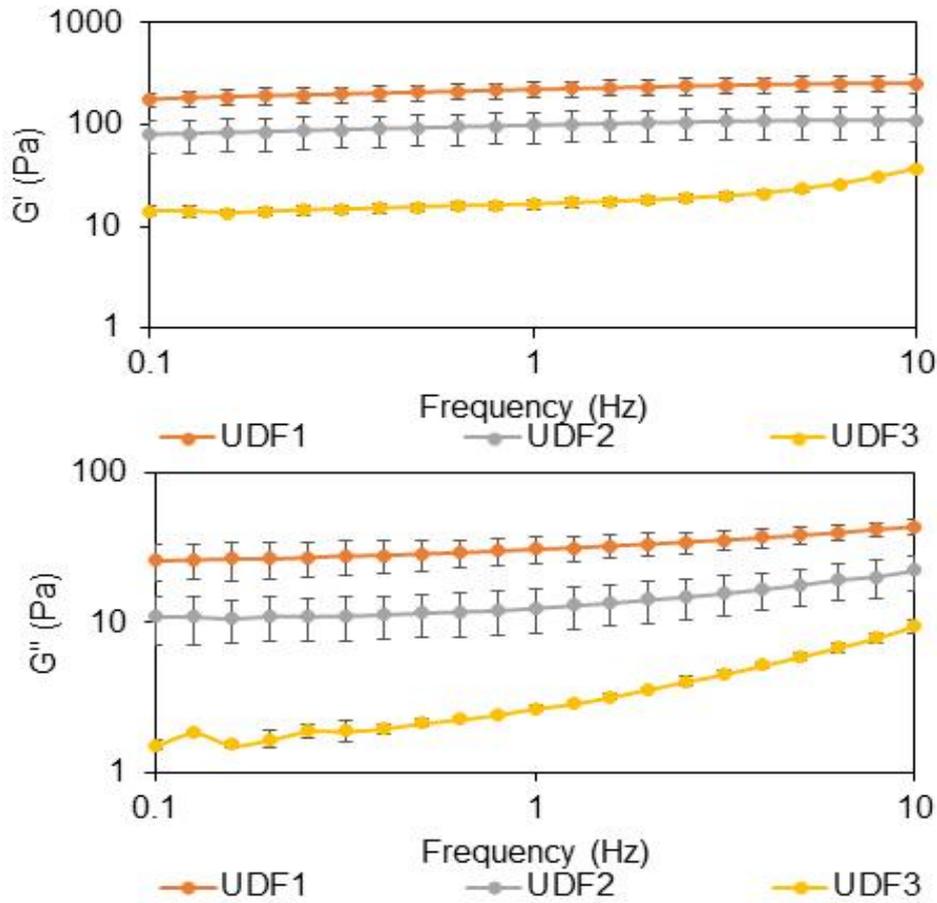
[소화 모방 시스템 적용 UDF 단계별 고단백 무스식의 유동 특성 - shear stress]

· 고령친화식품 물성 단계별로 제조된 시료를 소화 모방 시스템 적용 후 유동 특성을 분석함. 전체적으로, shear rate가 증가함에 따라 모든 시료의 stress가 증가하는 것으로 확인됨. UDF 1 단계가 가장 높은 shear stress 값을 보였고, UDF 3 단계가 가장 낮은 shear stress 값을 보여주어 UDF 단계가 증가할수록 stress값이 감소하는 경향을 보임.



[소화 모방 시스템 적용 UDF 단계별 고단백 무스식의 유동 특성 - shear viscosity]

· 점도(viscosity)는 shear stress를 해당 shear rate으로 나누어 얻어짐. 따라서, 측정된 shear rate에 따른 shear stress 곡선으로부터 점도를 계산함. 모든 시료에서 shear rate(전단속도)가 증가함에 따라 점도가 감소하는 전단희석(shear-thinning) 경향을 보임. 동일 농도에서 소화 반응 시, UDF 단계가 낮아질수록 점도 값이 증가하는 패턴을 보여주어, 단단한 강도를 가질수록 소화에 의해 분해가 지연되는 것으로 판단됨.



[소화 모방 시스템 적용 UDF 단계별 고단백 무스식의 점탄성]

· 고령친화식품 물성 단계별로 제조된 시료를 소화 모방 시스템 적용 후 점탄성을 분석함. 점탄성 변수 중 G'은 탄성을 나타내며, G''은 점성을 나타냄. 측정결과, 전체적으로 G'값이 G''보다 높게 관찰되었고, UDF 1 단계의 시료가 높은 G', G''을 보여주었고, 2단계, 3단계 순으로 감소하는 패턴이 관찰되어, 점도 결과와 유사한 경향을 보여줌.

- 블렌딩 물성 소재-분지아미노산 고단백 소재의 소화 유동 특성 모델식 확립

| | K(Pa · s) | n | R ² |
|-----------------------|-------------|-------------|----------------|
| Control | 0.81±0.10a | 0.50±0.03b | 0.98 |
| HG+XG+LBG | 0.65±0.06b | 0.38±0.33ab | 0.98 |
| Enz-treated Control | 0.52±0.08bc | 0.51±0.05b | 0.98 |
| Enz-treated HG+XG+LBG | 0.39±0.04c | 0.63±0.06a | 0.98 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at p < 0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고단백 무스식의 유동 특성 모델 - Power-law]

· Power-law 모델식에서 n 은 유동지수를 뜻하는데, 그 값의 범위에 따라서 서로 다른 점도 패턴을 나타냄. 즉, n 값이 1보다 크면 shear-thickening, 1이면 Newtonian, 0과 1 사이면 shear-thinning 특성을 나타냄. 또한, K 는 점조도 지수로 전단속도(shear rate)가 1/s 일 때의 점도를 나타냄. 소화 모방 시스템을 적용한 고단백 무스식의 유동 특성을 power-law 모델식에 적용한 결과 R^2 값이 모두 0.98으로 높은 상관관계를 보여줌. 모든 시료에서 n 값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰됨. 또한, 소화 모방 시스템을 적용한 후 점조도 지수 K 값이 Control 경우 0.81에서 0.52로, HG+XG+LBG는 0.65에서 0.39로 감소하여 소화적용에 따른 점도 감소패턴이 확연히 관찰됨을 확인함.

| | $K(\text{Pa} \cdot \text{s})$ | n | σ_0 (MPa) | R^2 |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-------|
| Control | $0.49 \pm 0.04^*$ | $0.58 \pm 0.04^*$ | 0 | 0.99 |
| HG+XG+LBG | $1.01 \pm 0.21^*$ | $0.51 \pm 0.06^*$ | 0 | 0.99 |
| Enz-treated Control | $0.64 \pm 0.47^*$ | $0.37 \pm 0.28^*$ | 0 | 0.99 |
| Enz-treated HG+XG+LBG | $0.39 \pm 0.17^*$ | $0.63 \pm 0.04^*$ | 0 | 0.99 |

(Asterisk does not significantly differ from one another at $p > 0.05$)

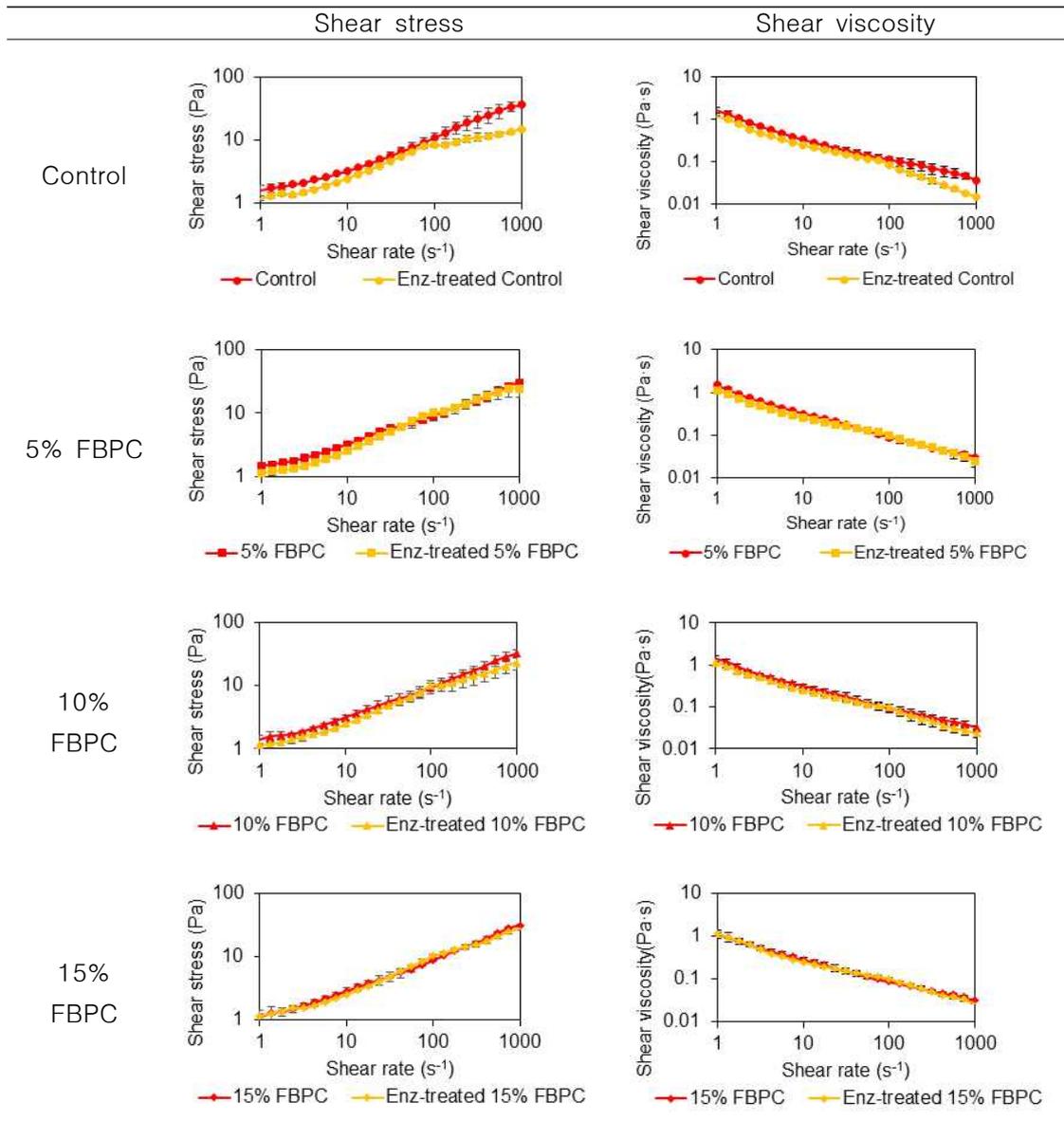
[소화 모방 시스템 적용 고단백 무스식의 유동 특성 모델 - Herschel-bulkley]

· Herschel-Bulkley 모델식에서 n 은 유동지수를 뜻하며, K 는 점조도 지수, σ_0 는 항복응력을 나타냄. 소화 모방 시스템을 적용한 고단백 무스의 Herschel-Bulkley 변수 분석을 진행한 결과, R^2 값이 모두 0.99 이상으로 power-law 모델보다 다소 높은 상관관계를 보여줌. 항복응력의 경우 거의 0에 가까운 값을 보여주었고, 모든 시료에서 n 값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 하지만, 점조도 지수 K 의 경우 낮은 점도로 인해 Power-law에서와 같이 소화 처리 전후의 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았고, 통계적으로 유의적인 차이도 보이지 않음.

○ 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 물성 분석

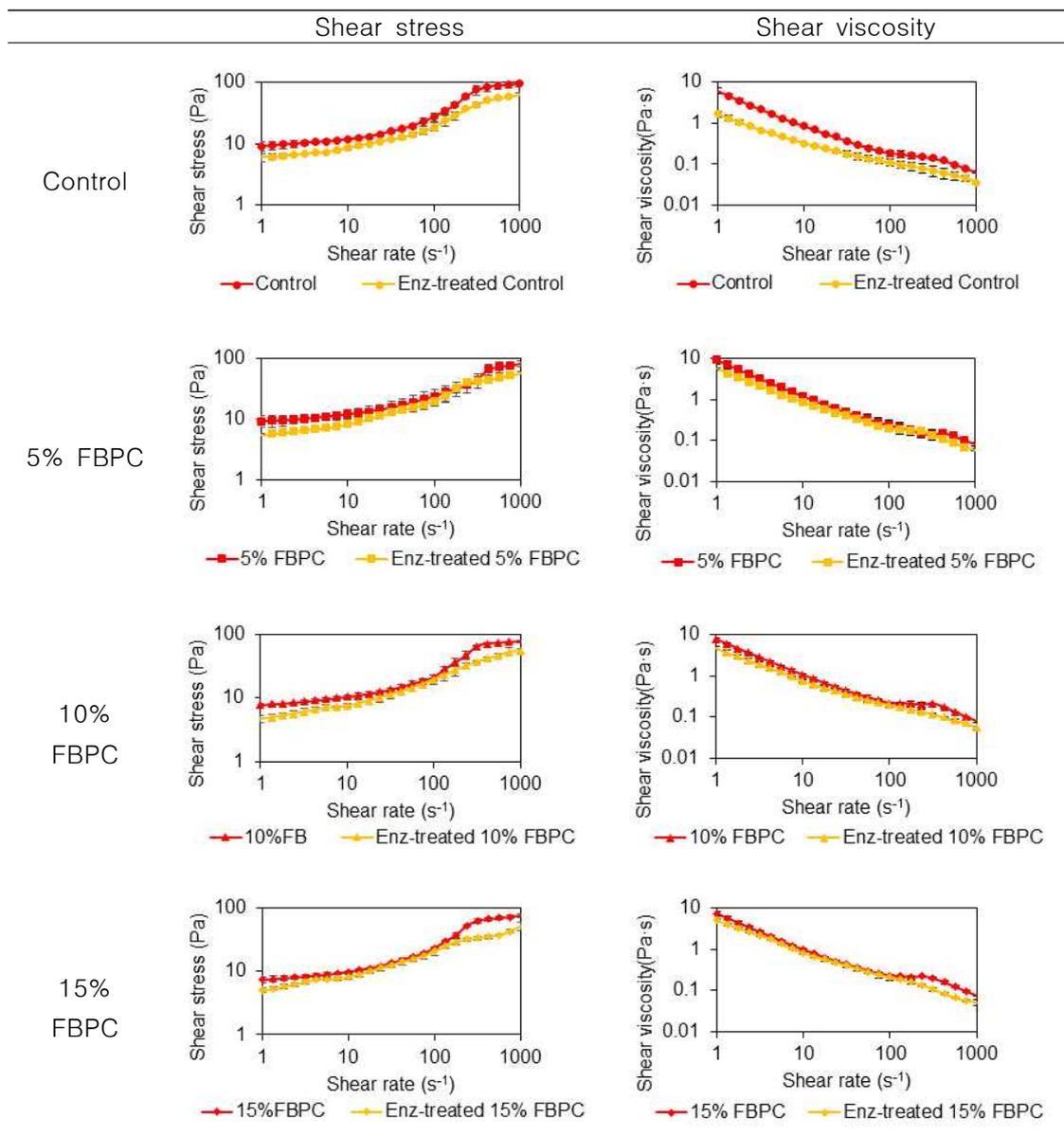
- 소화 모방 시스템을 통한 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 단계별 유동 특성 분석

<FBPC 함유 고단백 무스식>



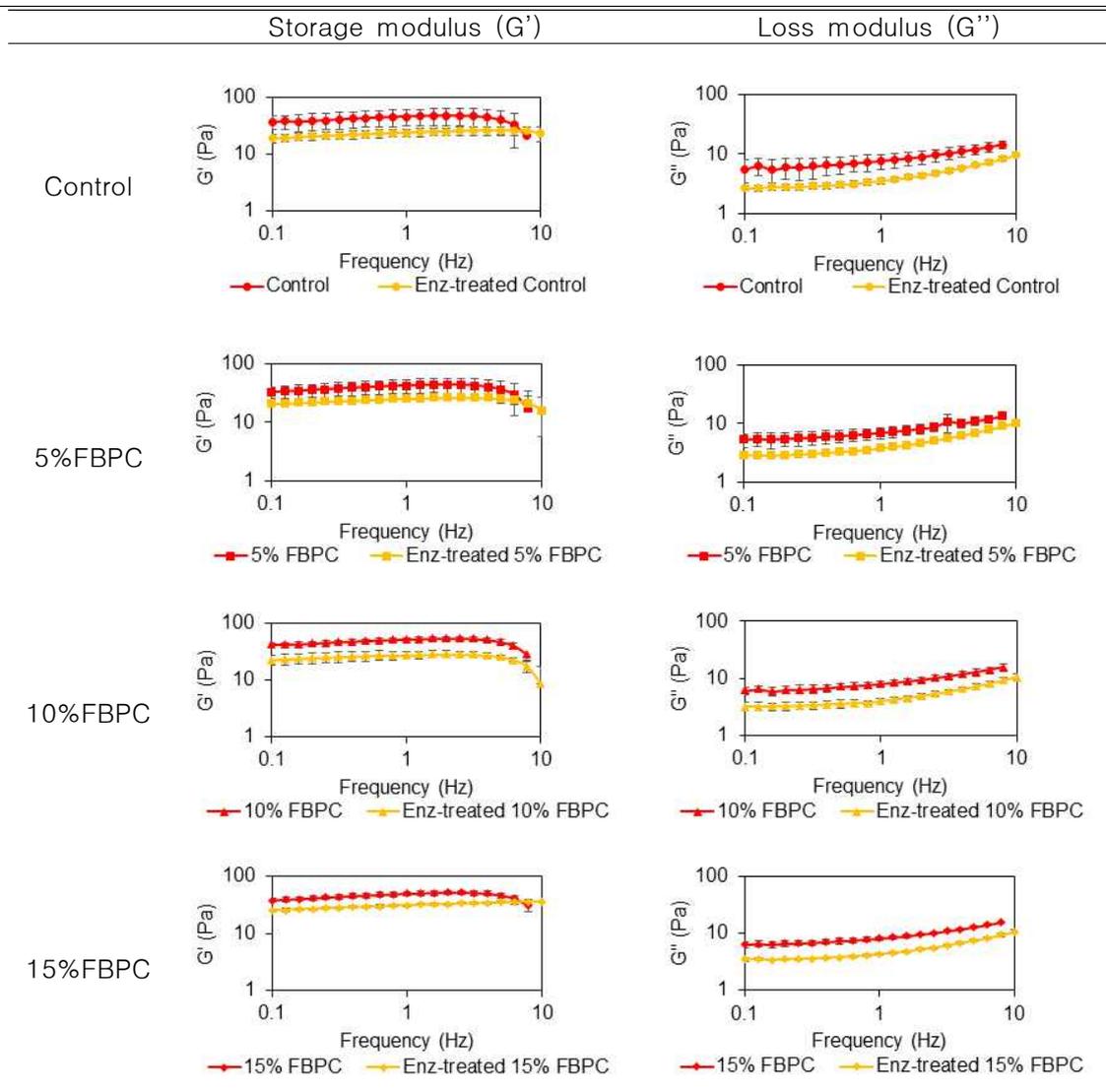
[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 - 10% (w/w)]

· FBPC 함량(0, 5, 10, 15%)을 달리하여 영양밀도 고단백 무스식을 제조한 후, 2개 농도(10, 20%)로 소화 모방시스템을 적용하여 유동특성을 분석함. 10% 농도에서는 전체적으로 shear rate 값이 증가할수록 shear stress 값은 증가하고 shear viscosity는 감소하는 경향을 나타냄. 이를 통해 소화 모방 시스템을 적용한 영양밀도 개선 고단백 무스의 경우 전단희석 유체임을 확인함. FBPC 함량을 0, 5, 10, 15%로 달리하여 제조된 경우의 유동 특성을 분석한 결과, 유사한 패턴을 보여주었고, 소화 후 약간씩 점도가 감소하는 패턴을 보여줌.



[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 - 20% (w/w)]

· FBPC함량을 달리하여 고단백 무스식을 제조한 후, 농도를 20%로 높여 소화 모방시스템에 적용하고 유동특성을 분석함. 모든 시료에 대해 shear rate이 증가함에 따라 shear stress 가 증가하고, viscosity가 감소하는 패턴을 보여주어 FBPC 함량에 따른 유동 패턴 차이는 관찰되지 않음. 하지만, 10% 농도로 소화 모방 시스템에 적용된 결과와 달리 20% 농도로 적용 시, 소화 전후의 shear stress와 viscosity변화가 확연히 관찰됨. 또한, FBPC 함량이 증가할수록 소화 전후의 차이가 감소됨으로써, FBPC 함량이 높을수록 소화에 따른 분해가 지연되는 것으로 판단됨.



[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 점탄성]

· FBPC 함량을 달리하여 영양밀도 고단백 무스식을 제조한 후, 소화 모방 시스템을 적용하여 점탄성을 측정함. 모든 시료에서 소화 후 G' 와 G'' 값이 모두 확연하게 감소하는 패턴이 확인됨. 따라서, 소화 에 따른 분해 현상으로 탄성 지수인 G' 뿐만 아니라 점도 지수인 G'' 모두 감소하는 패턴이 확연히 관찰됨. 하지만, FBPC 사용에 따른 소화 물성 패턴에는 크게 영향이 없다고 판단됨.

- 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 유동 특성 모델식 확립

| | Consistency index (Pa · s) | n | R ² |
|------------------------|-------------------------------|-------------|----------------|
| Control | 1.19±0.08ab | 0.49±0.03a | 0.98 |
| 5% FBPC | 1.24±0.04a | 0.44±0.02ab | 0.99 |
| 10% FBPC | 1.13±0.14ab | 0.47±0.04ab | 0.99 |
| 15% FBPC | 0.94±0.17c | 0.49±0.04a | 0.99 |
| ----- | | | |
| Enz-treated Control | 1.03±0.05bc | 0.42±0.01b | 0.99 |
| Enz-treated 5%FBPC | 0.91±0.10c | 0.50±0.04a | 0.99 |
| Enz-treated 10%FBPC | 0.95±0.03c | 0.47±0.04ab | 0.99 |
| Enz-treated 15%FBPC | 0.90±0.05c | 0.50±0.03a | 0.99 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at p < 0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 (10%, w/w) - Power-law]

· FBPC 함량(0, 5, 10, 15%)을 달리하여 제조된 영양밀도 고단백 무스식에 대해, 다른 농도(10, 20%)로 소화 모방시스템에 적용한 후 분석된 유동특성의 모델식을 구현함. 우선, 10% 농도 시료에 대해 power-law 변수 분석을 진행한 결과, 실제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.98이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰됨. 또한, 소화 모방 시스템을 적용한 후 점도도 지수 K값이 적용 전보다 감소한 것으로 보아, 소화 효소에 의한 분해 작용으로 점도가 감소된 패턴이 확연히 관찰됨. 그리고 FBPC의 함량에 따른 유동지수 변화 패턴은 크게 관찰되지 않았음. 소화 처리 전에는 FBPC 함량이 높을수록 점도도 지수가 약간씩 감소하는 패턴을 보였지만, 소화 후 FBPC 함량에 따른 확연한 변화는 관찰되지 않음.

| | Consistency index (Pa · s) | n | σ_0 (MPa) | R ² |
|------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|----------------|
| Control | 1.13±0.83b | 0.54±0.08ab | 0 | 0.99 |
| 5% FBPC | 0.63±0.36b | 0.57±0.06a | 9.76E-07±7.1 7E-07 | 0.99 |
| 10% FBPC | 0.76±0.44b | 0.56±0.10a | 5.20E-07±7.0 6E-07 | 0.99 |
| 15% FBPC | 0.59±0.11b | 0.58±0.03a | 5.53E-07±5.1 1E-07 | 0.99 |
| ----- | | | | |
| Enz-treated Control | 3.79±1.07a | 0.23±0.04d | 0 | 0.97 |
| Enz-treated 5%FBPC | 1.52±0.81b | 0.44±0.13bc | 0 | 0.99 |
| Enz-treated 10%FBPC | 1.60±0.13b | 0.39±0.05c | 0 | 0.99 |
| Enz-treated 15%FBPC | 1.15±0.17b | 0.46±0.02abc | 0 | 0.99 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at p < 0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 (10%, w/w)- Herschel-bulkley]

· FBPC 함량(0, 5, 10, 15%)을 달리하여 제조된 영양밀도 고단백 무스식에 대해, 다른 농도 (10%)로 소화 모방시스템에 적용한 후 분석된 유동특성의 모델식(Herschel-bulkley)을 구현함. 실제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.97이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. Power-law 모델 식과 마찬가지로, 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 하지만, 소화 모방 시스템이 적용된 후 점조도지수 K가 증가한 것과 항복응력이 매우 작게 관찰되어, Power-law 모델로 유동 특성을 손쉽게 효과적으로 나타낼 수 있다고 판단됨.

| | Consistency index (Pa · s) | n | R ² |
|-------------------------|-------------------------------|------------|----------------|
| Control | 5.90±0.42a | 0.38±0.01a | 0.98 |
| 5% FBPC | 5.58±1.06ab | 0.33±0.02b | 0.99 |
| 10% FBPC | 5.26±0.20ab | 0.37±0.01a | 0.99 |
| 15% FBPC | 4.79±0.36bc | 0.38±0.01a | 0.99 |
| ----- | | | |
| Enz-treated Control | 4.10±0.33cd | 0.38±0.03a | 0.97 |
| Enz-treated 5% FBPC | 4.09±0.24cd | 0.37±0.03a | 0.98 |
| Enz-treated 10% FBPC | 3.61±0.41d | 0.38±0.01a | 0.98 |
| Enz-treated 15% FBPC | 4.34±0.32cd | 0.34±0.01b | 0.99 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at p < 0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 (20%, w/w) – Power-law]

· 소화 모방 시스템을 적용한 고단백 무스식(20%, w/w)의 유동 특성에 대해 power-law 변수 분석을 진행한 결과, 제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.97이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 또한 소화 모방 시스템을 적용한 후 점조도 지수 K값이 적용 전보다 감소한 것으로 보아 소화 모방 시스템이 잘 적용된 것으로 나타남. 하지만, 10% 농도에서와 마찬가지로 소화 처리 후 FBPC 사용량에 따른 패턴은 관찰되지 않음.

| | Consistency index (Pa · s) | n | σ_0 (MPa) | R ² |
|-------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------|----------------|
| Control | 1.75±0.99* | 0.51±0.06* | 2.17E-06 ±1.32E-06 | 0.98 |
| 5% FBPC | 3.22±0.93* | 0.42±0.04* | 2.43E-06 ±5.97E-07 | 0.98 |
| 10% FBPC | 1.31±0.55* | 0.63±0.06* | 4.78E-06 ±7.85E-07 | 0.96 |
| 15% FBPC | 1.79±0.45* | 0.54±0.03* | 2.62E-06 ±7.96E-07 | 0.95 |
| ----- | | | | |
| Enz-treated Control | 1.02±0.37* | 0.63±0.05* | 4.06E-06 ±1.09E-06 | 0.97 |
| Enz-treated 5% FBPC | 2.53±1.21* | 0.46±0.09* | 1.08E-06 ±2.71E-06 | 0.97 |
| Enz-treated 10% FBPC | 1.98±1.46* | 0.55±0.23* | 1.16E-06 ±2.97E-06 | 0.98 |
| Enz-treated 15% FBPC | 4.20±2.37* | 0.37±0.11* | 0 | 0.98 |

(Asterisk does not significantly differ at p>0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 (20%, w/w)– Herschel-bulkley]

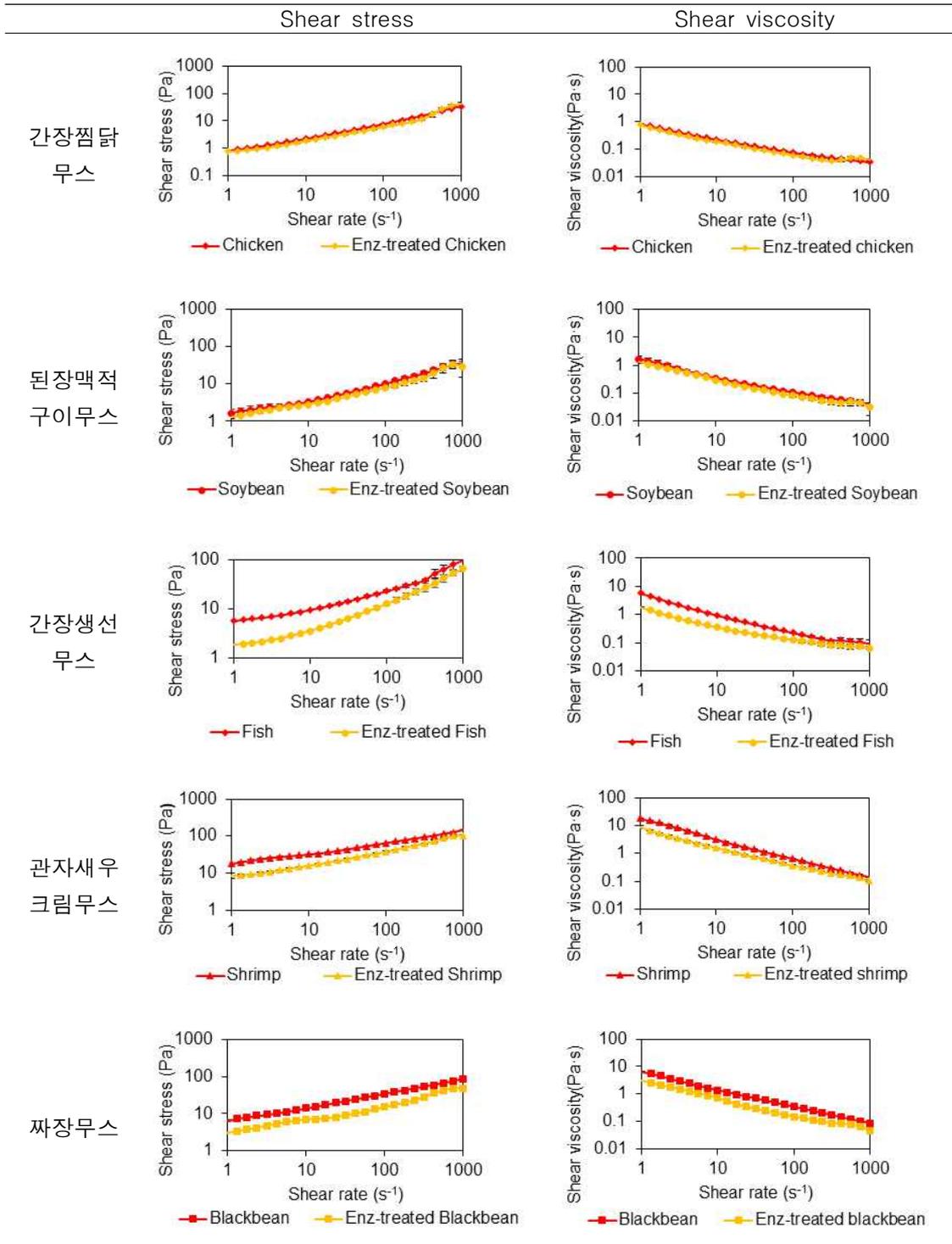
· 소화 모방 시스템을 적용한 고단백 무스식(20%, w/w)의 유동 특성에 대해 Herschel-bulkley 변수 분석을 진행한 결과, 실제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.95이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 하지만 소화 모방 시스템이 적용된 후 점조도지수 K가 일정한 경향성을 보이지 않는다는 점과 항복응력이 매우 작게 관찰되어, 10% 농도에서와 마찬가지로, power-law 모델로 유동 특성을 충분히 잘 나타낼 수 있다고 판단됨.

<시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식>



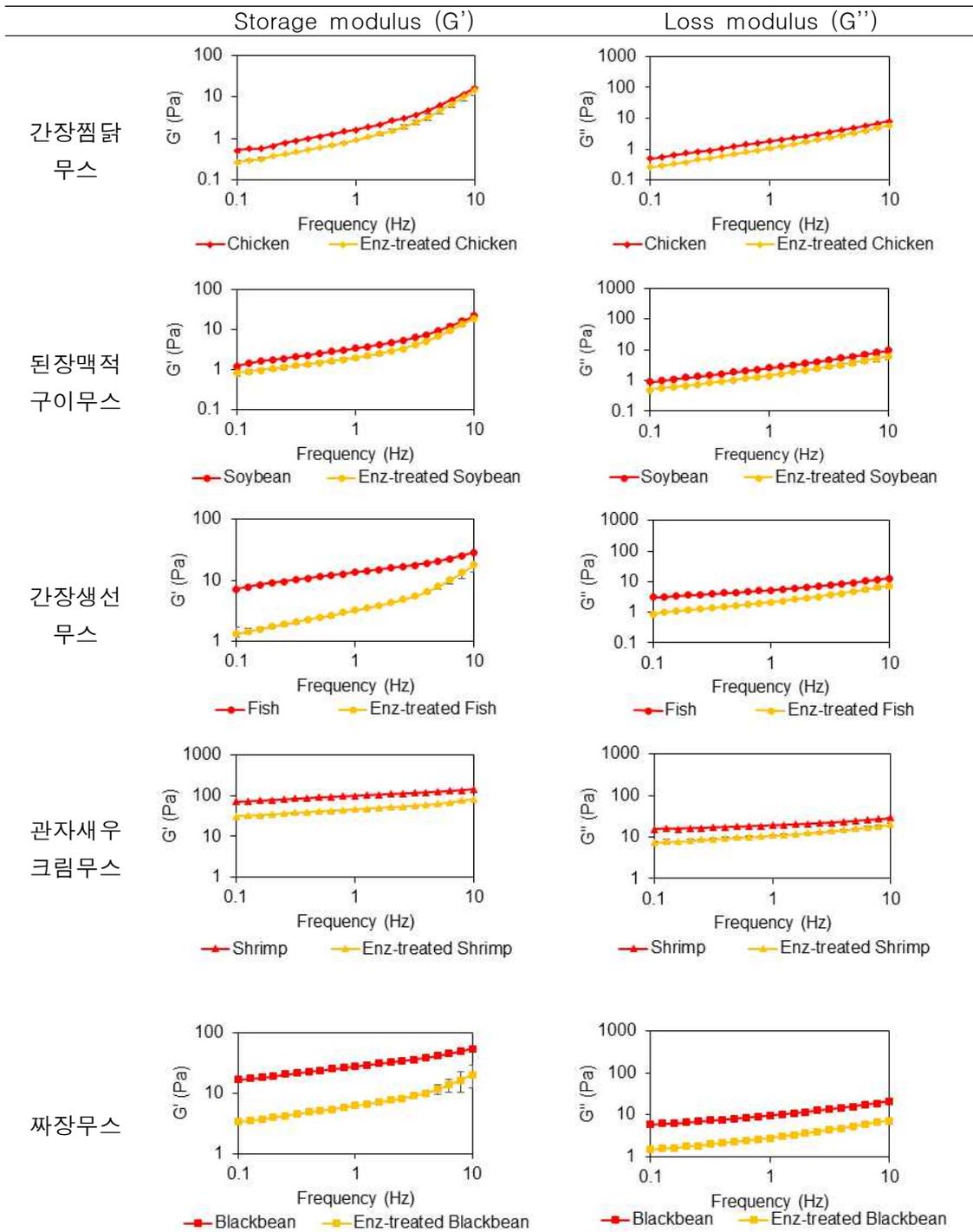
[시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식]

· 간장찜닭 무스, 된장맥적구이 무스, 간장생선조림 무스, 관자새우크림 무스, 짜장무스 등 총 5종의 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식을 주관기관으로부터 제공받아 이들에 대한 소화물성을 분석함.



[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성]

· 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식(간장찜닭 무스, 된장맥적구이 무스, 간장생선조림 무스, 관자새우크림 무스, 짜장무스)에 대한 소화물성을 분석함. 5종 모두 shear rate 값이 증가할수록 shear stress값은 증가하고 shear viscosity는 감소하는 경향을 나타냄. 이를 통해 소화 모방 시스템을 적용한 영양밀도 개선 고단백 무스의 경우 전단희석 유체임을 확인함. 5종의 유동특성을 소화 전 후로 분석한 결과, 유사한 패턴을 보여주었는데, 간장생선무스, 관자새우크림무스, 짜장무스 시료의 경우 소화 후 점도가 확연히 감소하는 패턴을 보여줌. 반면, 간장찜닭무스 및 된장맥적구이무스 시료의 경우 다른 시료에 비해 낮은 점도를 보여주어, 소화 후 점도 감소 정도는 낮게 관찰됨.



[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 점탄성]

· 5종의 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식을 소화 모방 시스템 적용 후 점탄성을 측정함. 모든 시료에서 소화 후 G' 와 G'' 값이 모두 확연하게 감소하는 패턴이 확인됨. 따라서, 소화에 따른 분해 현상으로 탄성 지수인 G' 뿐만 아니라 점도 지수인 G'' 모두 감소하는 패턴이 확연히 관찰됨. 점도 결과에서와 같이 간장찜닭무스 및 된장맥적구이무스 시료의 감소 정도가 다른 시료들에 비해 낮게 관찰됨.

- 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 유동 특성 모델식 확립

| | Consistency index (Pa · s) | n | R ² |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|----------------|
| Blackbean | 6.01±0.22c | 0.38±0.01d | 0.99 |
| Fish | 5.02±0.05d | 0.35±0.02def | 0.98 |
| Shrimp | 17.18±0.42a | 0.29±0.01g | 0.98 |
| Chicken | 0.89±0.03h | 0.47±0.00a | 0.99 |
| Soybean | 1.82±0.12f | 0.37±0.02de | 0.99 |
| ----- | | | |
| Enz-treated Blackbean | 3.36±0.03e | 0.34±0.01ef | 0.99 |
| Enz-treated Fish | 1.84±0.03f | 0.44±0.03b | 0.99 |
| Enz-treated Shrimp | 8.60±0.45b | 0.33±0.01f | 0.99 |
| Enz-treated Chicken | 0.75±0.03h | 0.48±0.01a | 0.99 |
| Enz-treated Soybean | 1.32±0.07g | 0.41±0.03c | 0.99 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at p < 0.05)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 - Power-law]

· 소화 모방 시스템을 적용한 5종의 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식의 유동 특성에 대해 power-law 변수 분석을 진행한 결과, 실제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.98이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 또한 소화모방 시스템을 적용한 후 점조도 지수 K값이 적용 전보다 감소한 결과를 보여주어, 소화 처리 후 물성이 감소된 경향을 보여줌.

| | Consistency index (Pa · s) | n | σ_0 (MPa) | R ² |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| Blackbean | 5.18±0.01b | 0.40±0.01d | 8.66E-07 ±1.89E-07d | 0.99 |
| Fish | 0.81±0.77d | 0.71±0.18a b | 4.90E-06 ±1.29E-06a | 0.99 |
| Shrimp | 12.57±1.88a | 0.34±0.02d | 4.69E-06 ±1.94E-06ab | 0.99 |
| Chicken | 0.31±0.05d | 0.67±0.02a b | 6.12E-07 ±4.22E-08d | 0.99 |
| Soybean | 0.55±0.02d | 0.59±0.00bc | 1.20E-06 ±1.10E-07cd | 0.99 |
| ----- | | | | |
| Enz-treated Blackbean | 0.55±0.37d | 0.71±0.16a b | 3.03E-06 ±8.72E-07bc | 0.99 |
| Enz-treated Fish | 0.32±0.11d | 0.77±0.04b | 1.52E-06 ±3.15E-07cd | 0.99 |
| Enz-treated Shrimp | 3.69±1.18c | 0.49±0.06cd | 4.45E-08 ±1.92E-06ab | 0.99 |
| Enz-treated Chicken | 0.02±0.02d | 1.16±0.17a b | 1.27E-06 ±1.82E-07cd | 0.99 |
| Enz-treated Soybean | 0.14±0.03d | 0.82±0.07a | 1.49E-06 ±8.74E-08cd | 0.99 |

(Means with different letters in the same column differ significantly at $p < 0.05$)

[소화 모방 시스템 적용 고령친화식품의 유동 특성 모델 - Herschel-bulkley]

· 소화 모방 시스템을 적용한 5종의 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식의 유동 특성에 대해 Herschel-bulkley 변수 분석을 진행한 결과 실제 측정값과의 상관지수를 확인해 보면 모두 0.99이상으로 상관관계가 높은 것을 확인함. 모든 시료에서 n값이 0에서 1사이로 전단희석 유체의 특성이 확연하게 관찰되었음. 또한, 소화모방 시스템을 적용한 후 점조도 지수 K값이 확연히 감소되어 Power-law 모델과 유사한 경향을 보여줌.

[1차년도] 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화식품 연하 특성과의 연관성 분석

○ 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화식품 연하 특성과의 연관성 분석

- 고령자 저작 및 연하 기능 문진표를 통한 고령자 연하력 조사



[고령자의 저작 및 연하 기능 문진표를 통한 설문조사 진행 과정]

- 신세계푸드물에서 판매 중인 2가지 종류(순살가자미, 너비아니)와 신세계푸드에서 개발한 이지벨런스(가자미무스)의 식품과 구조적(textural-structural)특성에 따른 저작(masticatory)특성을 연구하기 위하여 동일한 대상자들에게 시료로 제공한 식품을 씹는 동안 근전도(electromyogram: EMG)를 측정 및 평가함.
- 대상자가 식품을 입에 넣고 자유롭게 씹었을 때부터 삼킬 때까지의 저작 시간을 기입함. 검사자가 식품의 경도와 대상자의 연령에 따른 저작 시간을 스톱워치로 관찰함.
- 대상자가 자연스럽게 식품을 섭취하는 동안의 입에서의 저작(씹은) 횟수를 관찰함. 검사자는 식품의 경도에 따른 저작 횟수를 설문하여 저작 시간을 연결하여 분석함.
- 대상자가 식품을 섭취하는 동안의 삼킨 횟수를 관찰함. 검사자는 삼킨 횟수를 설문하여 식품의 경도와 연령에 따른 저작 시간을 연결하여 분석함.

| KS단계 | 식품 | 경도 (N/m ²) | 상표 | 배급온도 | 배급방법 |
|------|-------|------------------------|------------------|-------|------------------------|
| 혀로섭취 | 가자미무스 | 3,228.72±132.48 | 이지벨런스 (신세계푸드) | 22 °C | 3g 씩 수저에 제공 |
| 잇몸섭취 | 가자미 | 50,267.50±4,706.79 | 피코크 (신세계푸드) | 22 °C | 3g 씩 젓가락으로 먹을 수 있도록 제공 |
| 치아섭취 | 너비아니 | 330,329.27±18,382.62 | 피코크 (신세계푸드) | 22 °C | 3g 씩 젓가락으로 먹을 수 있도록 제공 |

[EMG 시료]

[EMG 시료(왼쪽에서부터 가자미무스, 가자미, 너비아니)]



[EMG 실험 진행 과정]

- 주) 싸이버메딕의 TPS100를 이용하여 혀의 앞쪽, 뒤쪽 움직임을 측정(3번 평가. 최대압력, 평균 압력, 유지시간, 초기시간, 최대값 시간, 피로도)함. 또한 입술의 최대압력(3번 평가. 최대 압력, 평균 압력, 유지시간, 초기시간, 최대값 시간, 피로도)을 측정함.



[IOPI 실험 진행 과정]

○ 연구대상자

- 연구대상자 선정기준

- 연하능력이 저하된 65세 이상의 여성 고령자를 대상으로 함.
- 연하능력의 수준을 평가하기 위하여 개발한 설문지를 통하여 설문을 진행함. 이때 연하능력이 저하된 그룹과 정상 그룹은 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표의 점수를 바탕으로 나누어 실험을 진행함.

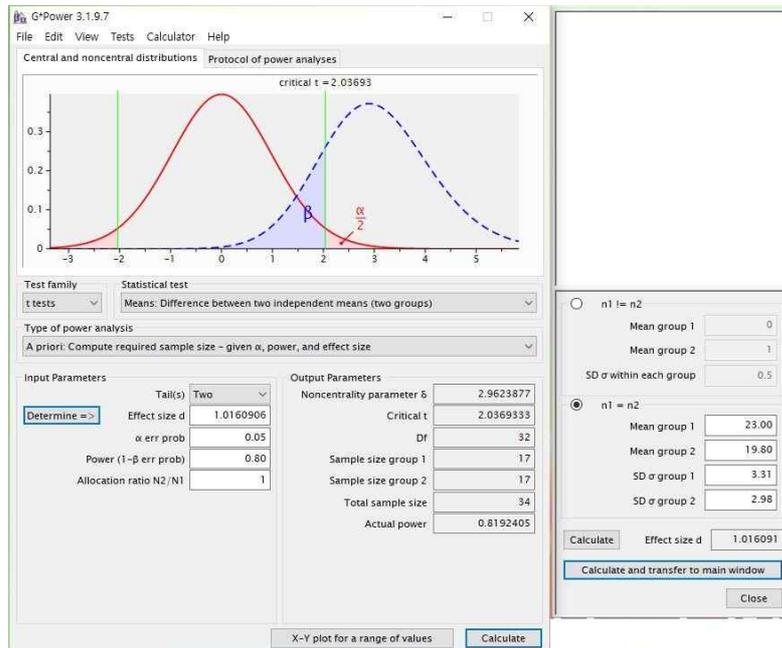
- 연구대상자 제외기준

- 실험을 진행하는 중에 일반적인 저작과 비교하여 이상 저작행동이 관찰되거나, 연하곤란이 심한 자는 대상 선정에서 제외함.
- 65세 이상을 대상으로 하는 연구이므로 인체 적용시험 담당자의 소견으로 볼 때 연구 진행의 준수 사항을 따르기 위험하다고 판단되는 대상자는 제외함.
- 치아배열이 불규칙하거나 과도한 충치, 치주질환과 같은 구강 작용에 영향을 주는 개인 건강 이

슈가 있다면 평가대상에서 제외함.

- 연구대상자 산출근거

· 선행연구(박지수, 유수전, & 정철훈. (2013). 성별, 연령에 따른 구강안면근력의 변화: 국내 건강한 성인을 대상으로. 대한작업치료학회지, 21(2), 103-116)에서 표4. 우측 볼근 압력의 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 34명을 산출함. 질환의 특수성으로 탈락률이 낮을 것으로 예측되며, 5%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 36명으로 예상하였음. 또한 위와 같은 산출 근거는 2021.09.30.14:00 통계지원실의 자문을 통해 확인받았음. (승인번호 HYUIRB-202112-009)



[G-power 결과]

- 연구대상자 모집

· 대상자는 시립 성동노인종합복지관 게시판에 홍보물을 부착하고 사전 공지하여 자발적으로 참여를 유도함.
· 총 37명의 대상자가 모집되었고, 혼자서도 거동이 가능하며, 일상생활 및 독립적 생활이 가능한 65세 이상 노인 중 인지기능 장애가 없어 의사소통이 가능하고 설문지 내용을 이해할 수 있는 자로 선정하였음.

임상연구 대상자를 모집합니다

오럴프로세싱 분석을 통한 고령친화식품과 가정간편식 (Home Meal Replacement: HMR)제품의 연하 특성과의 연관성 분석

대상자 선정 요건

- 65세 이상 여성 고령자로 인지장애가 없는 건강한 희망자.

제외 대상

- 가자리(상선), 너비아니(목갈비)에 알려져 반응이 있는 대상자
- 식품 섭취 후 알러지 발생 시, 바로 응급실 진료를 받을 수 있도록 하고, 연구 참여로 발생하는 부작용이 있다면 이에 대한 모든 치료의 경비 뿐만 아니라 보상에 대해서 연구 책임자가 책임짐.

진행일정

- 연하력 평가를 위한 설문(30분 소요)
- 저작 능력 평가를 위한 근전도 측정(40분 소요)
- 혀와 입술 압력 측정(20분소요)
- 장소 : 한양대학교 생활과학관 103호

참여 시 제공되는 사항

- 연구에 참여하는 대상자에게는 소정의 교통비(30,000원/회) 제공
(단, 연구 종료시에 서명하고, 위의 실험을 모두 실행한 자의 한하여 한 금액 제공)

지원방법 및 문의

- 임상시험 지원 및 기타 시험방법 등에 대한 자세한 내용은 문의 바랍니다.
- 참여 문의 담당자

☎ 이현경(T. 010-6584-7324)

한양대학교 식품영양학과 조리 과학/식품 화학 연구실

[대상자 모집 공고문]

- 자료분석과 통계처리

- 연하력 저하 그룹과 정상그룹 두 집단 간의 차이를 알아보기 위해 T-test를 실시하고, 상관분석을 통하여 비교 대상이 되는 두 개 이상의 집단의 평균 값의 차이를 검증함.(SPSS 26.0)

○ 연구결과

- 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표의 개발

- Korea Dysphagia handicap index (K-DHI)와 Fukada, J. 가 개발한 dysphagia risk screening system을 참고하여 설문지를 개발하였고, 재활의학과 전문의 3명에게 타당성 검토를 받아 제작함.
- 단계별로 ‘항상 그렇다’는 3점, ‘자주 그렇다’는 2점, ‘가끔 그렇다’는 1점, ‘전혀 그렇지 않다’는 0점으로 부가하며 총 점수 범위는 0~60점으로 제작함.
- 20문항은 저작기능, 연하기능, 기타 3개 요인으로 구성되어 있음.
- 연구 대상자 총 37명의 저작 및 연하 기능 문진표 점수는 평균 6.50으로 이 점수로 ‘연하력 저하 그룹’과 ‘정상그룹’으로 분류하였음.
- 연구대상자 중 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표 점수는 최저 0점에서 최고 21점까지 분포하였음.

| 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표 | | | | | | |
|---------------------|----|--|---|---|---|---|
| 요인 | 번호 | 문항 | | | | |
| | | 평가지의 총 점수 범위: 0-60점 | | | | |
| | | 항상(매우) 그렇다(3), 자주(약간) 그렇다(2), 가끔(매우 약간) 그렇다(1), 전혀 그렇지 않다(0) | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 저작 기능 | 1 | 입안에 물기가 없어 마른다. | | | | |
| | 2 | 식사 할 때 틀니를 사용하여야 한다. | | | | |
| | 3 | 음식물을 씹는 동안 입 밖으로 흘리는 경우가 많다. | | | | |
| | 4 | 음식물을 삼킨 후에도 입 안에 음식물이 남아 있다. | | | | |
| | 5 | 크기가 큰 딱딱한 음식(예. 생밤 등)을 치아를 사용하여 씹어 먹을 수 없다. | | | | |
| | 6 | 크기가 작은 딱딱한 음식(예. 땅콩 등)을 치아를 사용하여 씹어 먹을 수 없다. | | | | |
| | 7 | 씹어 먹는 문제로 인하여 딱딱한 것은 피하고 부드러운 음식물만 먹는다. (예. 밥 대신 죽) | | | | |
| 연하 기능 | 8 | 식사 중에 물이나 음식물이 코로 나온다. | | | | |
| | 9 | 식사 중이나 식사 후에 탁한 목소리로 변한다. | | | | |
| | 10 | 삼킨 후에도 음식물이 목에 남아 있는 것 같다. | | | | |
| | 11 | 삼키려 해도 음식물이 목에 걸려서 안 넘어간다. | | | | |
| | 12 | 물(예. 액상)을 삼킬 때 사레가 들리거나 기침을 한다. | | | | |
| | 13 | 밥(예. 고형물)을 삼킬 때 사레가 들리거나 기침을 한다. | | | | |
| | 14 | 식사 도중 음식물이 내려가도록 하기 위해 액체를 마셔야 한다. | | | | |
| 기타 | 15 | 원하는 것을 먹을 수 없기 때문에 우울하다. | | | | |
| | 16 | 저작 또는 삼킴 문제 때문에 특정 음식을 피한다. | | | | |
| | 17 | 예전보다 식사를 하는 데 좀 더 많은 시간이 걸린다. | | | | |
| | 18 | 나는 저작기능 또는 삼킴기능에 문제가 있다고 느낀다. | | | | |
| | 19 | 나는 식사 시, 혀나 볼을 씹어 상처가 나는 경우가 있다. | | | | |
| | 20 | 특별한 원인(예. 질병, 사고 등) 없이 최근 3개월에 비해 체중이 줄었다. | | | | |
| 총 합계 (점수) | | | | | | |

[고령자의 저작 및 연하 기능 문진표]

- 대상자들의 기본 사항

| | Mean | SD |
|---------------|--------|-------|
| 나이 | 74.30 | 5.72 |
| 키 | 155.22 | 5.51 |
| 몸무게 | 55.76 | 6.70 |
| BMI | 23.18 | 2.34 |
| 치아개수 | 20.27 | 2.34 |
| 침분비량 | 1.75 | 1.46 |
| 100 mL 물 남은 양 | 20.95 | 15.89 |

[대상자들의 기본 사항]

- 연구에 참여한 37명 대상자들의 기본 사항은 위의 표3과 같음.
- 평균 나이는 74.30 ± 5.72 , 평균 키 155.22 ± 5.51 , 평균 몸무게 55.76 ± 6.70 , 평균 BMI는 23.18 ± 2.34 로 조사됨. 이는 70대 여성 상위 30% 범위에 속하며 과체중의 수치임.
- 평균 치아 개수는 20.27 ± 2.34 로 조사되었고 제6기(2013-2015년) 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 65세 이상 노인들의 현존 치아 수를 조사한 결과인 18.31(서울 기준)보다 더 많은 것으로 확인됨. (김지수, 김세연, 전은주, 정승화, & 김진범. (2018). 대도시에 거주하는 65세 이상 노인들의 현존 치아수와 의치장착상태: 제 6 기 (2013-2015 년) 국민건강영양조사 자료 이용. 한국치위생학회지, 18(6), 921-932.)
- 2분간 4-in.×4-in. gauze를 씹어 37명 대상자의 침 분비량을 조사한 결과 평균 1.75 ± 1.46 이었고, 평균나이 59.5세인 23명의 근위축성 측삭경화증(루게릭병)을 가진 대상자들로 진행한 선행연구에서 1.40 ± 0.78 의 침분비량을 관찰함. (Easterling, C., Antinoja, J., Cashin, S., & Barkhaus, P. E. (2013). Changes in tongue pressure, pulmonary function, and salivary flow in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Dysphagia*, 28(2), 217-225.)
- 100 mL의 물을 3번에 나누어 삼켜 남은 양을 조사하여 20.95 ± 15.89 의 결과를 확인함. 이는 평균 한 입당 26.35g이며, 60~80세 백인의 액체 평균 한 입당 g을 조사한 결과인 16.5 ± 0.5 에 비해 높은 수치임. (Ketel, E. C., Aguayo-Mendoza, M. G., de Wijk, R. A., de Graaf, C., Piqueras-Fiszman, B., & Stieger, M. (2019). Age, gender, ethnicity and eating capability influence oral processing behaviour of liquid, semi-solid and solid foods differently. *Food Research International*, 119, 143-151.)
- 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표의 경우 총 20문항으로 각 항목 당, 항상(매우) 그렇다(3), 자주(약간) 그렇다(2), 가끔(매우 약간) 그렇다(1), 전혀 그렇지 않다(0)로 응답함. 그 결과 평균 6.50 ± 5.75 의 점수가 측정됨.

| | Group | N | 자연 치아 | 자연+부분 | 전체 틀니 | 자연+ 임플란트 | 일부 소실 | 기타 |
|-------|----------|----|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| 치아상태* | 연하력 저하그룹 | 16 | 12.50 | 25.00 | 6.25 | 50.00 | 12.50 | 12.50 |
| | 정상그룹 | 21 | 4.76 | 19.05 | 0.00 | 80.95 | 23.81 | 0.00 |

* 중복체크 가능

[두 그룹 간의 치아상태 비교 현황 (%)]

- 연하력 저하그룹의 경우 자연치아+임플란트(50.00%)의 비율이 가장 높았고, 그 다음으로 자연치아+부분 틀니(25.00%), 자연치아, 일부 소실과 기타(12.50%), 전체 틀니(6.25%) 순으로 응답됨.
- 정상그룹의 경우 자연치아+임플란트(80.95%)의 비율이 가장 높았고, 그 다음으로 일부 소실(23.81%), 자연치아+부분 틀니(19.05%), 자연치아(4.76%) 순으로 응답됨.
- 두 그룹 모두 자연치아+임플란트의 비율이 가장 높았으며, 그 다음으로 자연치아 + 부분틀니와 일부 소실이 차지함.
- 전체 틀니의 경우 전체 대상자 중 2.7% 였음.

| | Group | N | 고혈압 | 당뇨병 | 고지혈증 | 심장질환 | 뇌졸중 | 기타 |
|-------|----------|----|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| 보유질환* | 연하력 저하그룹 | 16 | 43.75 | 18.75 | 43.75 | 6.25 | 0 | 43.75 |
| | 정상그룹 | 21 | 61.90 | 9.52 | 42.86 | 0 | 0 | 28.57 |

* 중복체크 가능

[두 그룹 간의 보유질환 현황 (%)]

- 연하력 저하그룹의 경우 고혈압과, 고지혈증, 기타 질환을 가장 많이 보유하고 있었고(43.75%), 기타 질환에는 골다공증과 만성위염의 질환이 응답됨.
- 또한 당뇨병(18.75%), 심장질환(6.25%)의 순서로 보유질환이 응답됨.
- 정상그룹은 고혈압(61.90%), 고지혈증(42.86%), 기타(28.57%), 당뇨병(9.52%)의 순으로 응답됨.
- 두 그룹 모두 고혈압과 고지혈증을 보유한 대상자가 많았고, 뇌졸중은 없는 것으로 확인함.

| | Group | N | 5분 이내 | 5-10분 이내 | 10-20분 이내 | 20-30분 이내 | 30분 이상 | 1시간 이상 |
|------|----------|----|-------|-------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| 식사시간 | 연하력 저하그룹 | 16 | 0 | 25.00 | 43.75 | 25.00 | 6.25 | 0 |
| | 정상그룹 | 21 | 0 | 19.05 | 47.62 | 19.05 | 14.29 | 0 |

[두 그룹 간의 식사 시간 현황 (%)]

- 식사 시간의 경우 두 그룹 모두 5분 이내와 1시간 이상은 응답되지 않음.
- 10~20분 이내의 식사 시간이 두 그룹 모두에서 가장 많이 응답되었고(연하력 저하그룹:43.75%, 정상그룹:47.62%), 5~10분 이내와 20~30분 이내가 같은 비율로 두 번째로 많이 응답됨(연하력 저하그룹:25.00, 정상그룹:19.05%).
- 마지막으로 30분 이상의 식사 시간을 갖는 경우가 두 그룹 모두 가장 적은 수치였고, 연하력 저

하그룹은 6.25%, 정상그룹은 14.29%으로 응답됨.

| | Group | N | 전혀 없다 | 가끔 그렇다 | 보통이다 | 그렇다 | 자주 그렇다 |
|------|----------|----|-------|-----------|-------|------|-----------|
| 사례걸림 | 연하력 저하그룹 | 16 | 25.00 | 50.00 | 12.50 | 6.25 | 6.25 |
| | 정상그룹 | 21 | 61.90 | 28.57 | 4.76 | 4.76 | 0 |
| 저작불편 | 연하력 저하그룹 | 16 | 56.25 | 25.00 | 12.50 | 6.25 | 0 |
| | 정상그룹 | 21 | 76.19 | 9.52 | 14.29 | 0 | 0 |

[두 그룹 간의 사례걸림과 저작불편 현황 (%)]

- 음식물 섭취 시 사례걸림을 조사한 결과, ‘전혀 없다’의 경우 정상그룹 61.90%에 비해 연하력 저하그룹은 25.00%로 응답되었으며, ‘가끔 그렇다’의 결과도 정상그룹 28.57%에 비해 연하력 저하그룹은 50.00%로 많이 응답됨.
- 다음으로 ‘보통이다’의 경우 정상그룹 4.76%에 비해 연하력 저하그룹은 12.50%로 3배 가량 많이 응답되었으며, ‘그렇다’의 결과도 정상그룹 4.76%에 비해 연하력 저하그룹은 6.25%였으며, ‘자주 그렇다’는 정상그룹에서는 응답되지 않았지만, 연하력 저하그룹에서는 6.25%가 응답됨.
- 음식물 섭취 시 저작불편을 조사한 결과, ‘전혀 없다’의 경우 정상그룹 76.19%에 비해 연하력 저하그룹은 56.25%로 응답되었으며, ‘가끔 그렇다’의 결과도 정상그룹 9.52%에 비해 연하력 저하그룹은 25.00%로 많이 응답됨.
- ‘보통이다’의 경우 정상그룹 14.29%, 연하력 저하그룹은 12.50%로 응답되었으며, 정상그룹은 ‘그렇다’와 ‘자주 그렇다’를 응답한 대상자가 없음. 연하력 저하그룹은 ‘그렇다’ 6.25%였으며, ‘자주 그렇다’는 응답한 대상자가 없음.

| | Group | N | 가능하다 | 약간 불가능하다 | 불가능하다 |
|------------------|----------|----|-------|-------------|-------|
| 턱 움직임 : 입 벌리기 | 연하력 저하그룹 | 16 | 93.75 | 6.25 | 0 |
| | 정상그룹 | 21 | 95.24 | 4.76 | 0 |
| 턱 움직임 : 입 다물기 | 연하력 저하그룹 | 16 | 87.50 | 12.50 | 0 |
| | 정상그룹 | 21 | 71.43 | 28.57 | 0 |
| 턱 움직임 : 턱 돌리기 | 연하력 저하그룹 | 16 | 68.75 | 31.25 | 0 |
| | 정상그룹 | 21 | 76.19 | 23.81 | 0 |

[두 그룹 간의 턱 움직임 현황 (%)]

- 턱 움직임의 관찰 방법 중 입 벌리기는 대상자에게 힘을 주어 입을 벌리고 있도록 안내한 뒤, 연구관찰자가 대상자의 턱에 반대의 저항을 주어 입이 다물어지는 관찰함. 다음으로 입 다물기는 대상자에게 힘을 주어 입을 다물고 있도록 안내한 뒤, 연구관찰자가 대상자의 턱에 반대의 저항을 주어 입이 벌어지는 관찰함. 마지막으로 턱 돌리기는 턱을 자유롭게 움직여보도록 안내한 뒤, 연구관찰자가 대상자의 턱의 움직임을 관찰함.
- 턱 움직임: 입 벌리기는 연하력 저하그룹은 93.75%, 정상그룹이 95.24%, ‘가능하다’였으며, ‘약간 불가능하다’의 경우 연하력 저하그룹은 6.25%, 정상그룹은 4.76%, ‘불가능하다’는 응답한 대상자는 두 그룹 모두 없음.
- 턱 움직임: 입 다물기는 연하력 저하그룹은 87.50%, 정상그룹이 71.43%, ‘가능하다’였으며, ‘약간 불가능하다’의 경우 연하력 저하그룹은 12.50%, 정상그룹은 28.57%, ‘불가능하다’는 응답한 대상자는 두 그룹 모두 없음.
- 턱 움직임: 턱 돌리기는 연하력 저하그룹은 68.75%, 정상그룹이 76.19%, ‘가능하다’였으며, ‘약간 불가능하다’의 경우 연하력 저하그룹은 31.25%, 정상그룹은 23.81%, ‘불가능하다’는 응답한 대상자는 두 그룹 모두 없음.

- 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 차이

| | Group | N | Mean | SD | $p^1)$ |
|------------------|----------|----|--------|--------|--------|
| 나이(세) | 연하력 저하그룹 | 16 | 74.44 | 6.09 | 0.698 |
| | 정상그룹 | 21 | 74.19 | 5.56 | |
| 키(cm) | 연하력 저하그룹 | 16 | 154.69 | 5.96 | 0.230 |
| | 정상그룹 | 21 | 155.62 | 5.26 | |
| 몸무게(kg) | 연하력 저하그룹 | 16 | 56.31 | 6.65 | 0.928 |
| | 정상그룹 | 21 | 55.33 | 6.87 | |
| BMI | 연하력 저하그룹 | 16 | 23.59 | 1.81 | 0.114 |
| | 정상그룹 | 21 | 22.86 | 2.67 | |
| 치아개수(개) | 연하력 저하그룹 | 16 | 17.94 | 11.17 | 0.004* |
| | 정상그룹 | 21 | 22.05 | 7.64 | |
| 침분비량(g) | 연하력 저하그룹 | 16 | 1.55 | 0.69 | 0.113 |
| | 정상그룹 | 21 | 1.90 | 1.85 | |
| IOPI 입술 최대값(kPa) | 연하력 저하그룹 | 16 | 209.93 | 119.14 | 0.658 |
| | 정상그룹 | 21 | 287.53 | 171.18 | |
| IOPI 입술 평균값(kPa) | 연하력 저하그룹 | 16 | 131.67 | 73.29 | 0.799 |
| | 정상그룹 | 21 | 164.31 | 71.27 | |
| IOPI 혀 최대값(kPa) | 연하력 저하그룹 | 16 | 381.04 | 145.38 | 0.080 |
| | 정상그룹 | 21 | 392.49 | 95.81 | |
| IOPI 혀 평균값(kPa) | 연하력 저하그룹 | 16 | 222.27 | 134.70 | 0.432 |
| | 정상그룹 | 21 | 256.56 | 108.24 | |
| 100 mL 물 남은 양 | 연하력 저하그룹 | 16 | 22.35 | 15.04 | 0.436 |
| | 정상그룹 | 21 | 19.89 | 16.79 | |

¹⁾Correlation Coefficient, * $p < 0.005$

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 차이]

- 고령자의 저작 및 연하 기능 문진표의 평균 점수에 따라 연하력 저하그룹(n=16)과 정상 그룹(n=21), 두 그룹으로 구분함(표9).
- 두 그룹 간의 나이, 키, 몸무게, BMI는 유의한 차이가 없음.
- 두 그룹의 치아개수는 연하력 저하그룹(17.94 ± 11.17)에 비해 정상그룹(22.05 ± 7.64)이 유의하게 높음($p=0.004$).
- 두 그룹 간의 침분비량의 경우 연하력 저하그룹은 1.55 ± 0.69 , 정상그룹은 1.90 ± 1.85 로 유의한 차이가 없음.

- IOPI 입술 최대값의 경우 연하력 저하그룹은 209.93 ± 119.14 , 정상그룹은 287.53 ± 171.18 이며, IOPI 입술 평균값은 연하력 저하그룹 131.67 ± 73.29 , 정상그룹 164.31 ± 71.27 로 유의한 차이가 없음.
- IOPI 혀 최대값 결과 연하력 저하그룹은 381.04 ± 145.38 , 정상그룹은 392.49 ± 95.81 으로 측정되었고, IOPI 혀 평균값은 연하력 저하그룹이 222.27 ± 134.70 , 정상그룹은 256.56 ± 108.24 로 유의한 차이가 없음.
- 100 mL 물 남은 양의 결과는 유의한 차이가 없었고, 각각의 결과는 연하력 저하그룹이 22.35 ± 15.04 , 정상그룹은 19.89 ± 16.79 로 유의한 차이가 없음.
- 2분간 4-in.×4-in. gauze를 씹어 37명 대상자의 침 분비량을 조사한 결과 평균 1.75 ± 1.46 이었고, 두 그룹으로 나누어 확인한 결과, 연하력이 저하된 그룹의 경우 1.55 ± 0.69 , 정상그룹의 경우 1.90 ± 1.85 으로 유의한 차이가 없음.

- 틀니 그룹과 치아 그룹 간의 차이

- 표10은 전체 틀니(n=1)와 부분 틀니(n=9)를 한 틀니 그룹(n=10)과 자연치아(n=3), 자연치아와 임플란트(n=24)를 이식한 자연 치아 그룹(n=27)으로 나누어 두 그룹 간의 차이를 분석함.
- 침 분비량의 경우 틀니 그룹은 2.06 ± 2.35 , 자연 치아 그룹은 1.54 ± 0.64 이며, 문진표 점수는 틀니 그룹 8.69 ± 5.23 , 정상그룹 5.24 ± 5.64 로 두 그룹간 유의한 차이가 없음.
- 가자미무스 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(틀니 그룹: 38.86 ± 32.06 , 자연치아 그룹: 25.12 ± 22.40), 교근(틀니 그룹: 16.18 ± 4.78 , 자연치아 그룹: 18.01 ± 8.77)이었고, 저작 시간(틀니 그룹: 10.90 ± 4.06 , 자연치아 그룹: 15.32 ± 9.12), 저작 횟수(틀니 그룹: 8.85 ± 6.39 , 자연치아 그룹: 11.63 ± 11.69) 모두 유의한 차이 없음.
- 가자미 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(틀니 그룹: 38.83 ± 15.46 , 자연치아 그룹: 36.85 ± 27.55), 교근(틀니 그룹: 25.18 ± 6.26 , 자연치아 그룹: 29.89 ± 13.13)이었고, 저작 시간(틀니 그룹: 20.18 ± 8.91 , 자연치아 그룹: 28.86 ± 15.88) 두 그룹 간의 유의한 차이 없음.
- 가자미 저작 횟수의 경우 자연치아 그룹(36.75 ± 25.98)이 틀니 그룹(24.31 ± 12.28)에 비해 유의하게 높음($p=0.034$).
- 너비아니 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(틀니 그룹: 42.58 ± 15.62 , 자연치아 그룹: 42.30 ± 37.95), 교근(틀니 그룹: 28.57 ± 7.59 , 자연치아 그룹: 32.72 ± 16.23)이었고, 저작 시간(틀니 그룹: 25.13 ± 5.31 , 자연치아 그룹: 33.40 ± 18.95), 저작 횟수(틀니 그룹: 34.00 ± 8.82 , 자연치아 그룹: 44.39 ± 30.13) 모두 유의한 차이 없음.

| | Group | N | Mean | SD | ρ^1 |
|------------------------|---------|----|-------|-------|----------|
| 침분비량 | 틀니 그룹 | 10 | 2.06 | 2.35 | 0.331 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 1.54 | 0.64 | |
| 문진표 점수 | 틀니 그룹 | 10 | 8.69 | 5.23 | 0.196 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 5.24 | 5.64 | |
| 가자미무스 측두근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 38.86 | 32.06 | 0.207 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 25.12 | 22.40 | |
| 가자미무스 교근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 16.18 | 4.78 | 0.806 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 18.01 | 8.77 | |
| 가자미무스 저작 시간 | 틀니 그룹 | 10 | 10.90 | 4.06 | 0.085 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 15.32 | 9.12 | |
| 가자미무스 저작 횟수 | 틀니 그룹 | 10 | 8.85 | 6.39 | 0.853 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 11.63 | 11.69 | |
| 가자미 측두근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 38.83 | 15.46 | 0.553 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 36.85 | 27.55 | |
| 가자미 교근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 25.18 | 6.26 | 0.317 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 29.89 | 13.13 | |
| 가자미 저작 시간 | 틀니 그룹 | 10 | 20.18 | 8.91 | 0.268 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 28.86 | 15.88 | |
| 가자미 저작 횟수 | 틀니 그룹 | 10 | 24.31 | 12.28 | 0.034* |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 36.75 | 25.98 | |
| 너비아니 측두근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 42.58 | 15.62 | 0.157 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 42.30 | 37.95 | |
| 너비아니 교근의 근육활성도 | 틀니 그룹 | 10 | 28.57 | 7.59 | 0.486 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 32.72 | 16.23 | |
| 너비아니 저작 시간 | 틀니 그룹 | 10 | 25.13 | 5.31 | 0.325 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 33.40 | 18.95 | |
| 너비아니 저작 횟수 | 틀니 그룹 | 10 | 34.00 | 8.82 | 0.644 |
| | 자연치아 그룹 | 27 | 44.39 | 30.13 | |

¹⁾Correlation Coefficient, * $p < 0.05$

[틀니 그룹과 자연치아 그룹 간의 차이]

- 치아 9개 이하 그룹과 치아 10개 이상 그룹 간의 차이

| | Group | N | Mean | SD | $p^{1)}$ |
|------------------------|-----------|----|-------|-------|----------|
| 침분비량 | 9개 이하 그룹 | 9 | 1.21 | 0.73 | 0.089 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 1.92 | 1.60 | |
| 문진표 점수 | 9개 이하 그룹 | 9 | 10.11 | 5.78 | 0.025* |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 5.24 | 5.64 | |
| 가자미무스 측두근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 40.15 | 32.09 | 0.165 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 26.71 | 24.71 | |
| 가자미무스 교근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 18.02 | 3.77 | 0.412 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 17.21 | 8.67 | |
| 가자미무스 저작 시간 | 9개 이하 그룹 | 9 | 10.87 | 2.80 | 0.165 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 14.99 | 8.90 | |
| 가자미무스 저작 횟수 | 9개 이하 그룹 | 9 | 8.00 | 5.15 | 0.750 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 11.60 | 11.35 | |
| 가자미 측두근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 39.78 | 14.22 | 0.680 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 36.76 | 26.83 | |
| 가자미 교근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 27.06 | 4.33 | 0.280 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 28.74 | 13.09 | |
| 가자미 저작 시간 | 9개 이하 그룹 | 9 | 21.99 | 10.04 | 0.903 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 27.62 | 15.46 | |
| 가자미 저작 횟수 | 9개 이하 그룹 | 9 | 11.75 | 6.33 | 0.213 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 35.00 | 25.43 | |
| 너비아니 측두근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 41.49 | 13.40 | 0.386 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 42.35 | 36.49 | |
| 너비아니 교근의 근육활성도 | 9개 이하 그룹 | 9 | 30.09 | 7.06 | 0.929 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 31.58 | 15.80 | |
| 너비아니 저작 시간 | 9개 이하 그룹 | 9 | 25.99 | 5.67 | 0.433 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 32.13 | 18.28 | |
| 너비아니 저작 횟수 | 9개 이하 그룹 | 9 | 34.33 | 9.21 | 0.821 |
| | 10개 이상 그룹 | 28 | 43.01 | 28.84 | |

¹⁾Correlation Coefficient, * $p < 0.05$

[치아9개 이하그룹과 10개 이상그룹 간의 차이]

- 표11은 치아 개수가 9개 이하 그룹과 치아 개수 10개 이상인 그룹으로 나누어 두 그룹 간의 차이를 분석함.
- 침 분비량의 경우 9개 이하 그룹은 1.21 ± 0.73 , 10개 이상 그룹은 1.92 ± 1.60 로 유의한 차이가 없었으며, 문진표 점수는 9개 이하 그룹(10.11 ± 5.78)이 10개 이상 그룹(5.24 ± 5.64)에 비해 유의하게 높음($p=0.025$).
- 가자미무스 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(9개 이하 그룹: 40.15 ± 32.09 , 10개 이상 그룹: 26.71 ± 24.71), 교근(9개 이하 그룹: 18.02 ± 3.77 , 10개 이상 그룹: 17.21 ± 8.67)이었고, 저작 시간(9개 이하 그룹: 10.87 ± 2.80 , 10개 이상 그룹: 14.99 ± 8.90), 저작 횟수(9개 이하 그룹: 8.00 ± 5.15 , 10개 이상 그룹: 11.60 ± 11.35) 모두 유의한 차이 없음.
- 가자미 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(9개 이하 그룹: 39.78 ± 14.22 , 10개 이상 그룹: 36.76 ± 26.83), 교근(9개 이하 그룹: 27.06 ± 4.33 , 10개 이상 그룹: 28.74 ± 13.09)이었고, 저작 시간(9개 이하 그룹: 21.99 ± 10.04 , 10개 이상 그룹: 27.62 ± 15.46), 저작 횟수(9개 이하 그룹: 11.75 ± 6.33 , 10개 이상 그룹: 35.00 ± 25.43) 모두 유의한 차이 없음.
- 너비아니 섭취시 근육활성도 결과는 측두근(틀니 그룹: 41.49 ± 13.40 , 10개 이상 그룹: 42.35 ± 36.49), 교근(9개 이하 그룹: 30.09 ± 7.06 , 10개 이상 그룹: 31.58 ± 15.80)이었고, 저작 시간(9개 이하 그룹: 25.99 ± 5.67 , 10개 이상 그룹: 32.13 ± 18.28), 저작 횟수(9개 이하 그룹: 34.33 ± 9.21 , 10개 이상 그룹: 43.01 ± 28.84) 모두 유의한 차이 없음.

- EMG 결과

| | 그룹 | 저작시간 | p |
|--------|----------|-------------------|-------|
| 가자미 무스 | 연하력 저하그룹 | 29.64 ± 6.44 | 0.722 |
| | 정상그룹 | 31.40 ± 21.08 | |
| 가자미 | 연하력 저하그룹 | 26.00 ± 9.11 | 0.919 |
| | 정상그룹 | 26.46 ± 17.64 | |
| 너비아니 | 연하력 저하그룹 | 13.62 ± 6.83 | 0.811 |
| | 정상그룹 | 14.27 ± 8.98 | |

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 씹은 시간(chewing time) 관계]

| | 그룹 | 저작 횟수 | p |
|--------|----------|-------------------|-------|
| 가자미 무스 | 연하력 저하그룹 | 38.56 ± 17.26 | 0.635 |
| | 정상그룹 | 42.68 ± 30.84 | |
| 가자미 | 연하력 저하그룹 | 28.83 ± 16.04 | 0.352 |
| | 정상그룹 | 36.05 ± 27.14 | |
| 너비아니 | 연하력 저하그룹 | 11.15 ± 9.30 | 0.829 |
| | 정상그룹 | 10.40 ± 11.13 | |

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 씹은 수(number of chews) 관계]

| | 그룹 | 삼킴 횟수 | <i>p</i> |
|--------|----------|-----------|----------|
| 가자미 무스 | 연하력 저하그룹 | 2.00±0.89 | 0.963 |
| | 정상그룹 | 2.02±1.10 | |
| 가자미 | 연하력 저하그룹 | 2.83±1.05 | 0.605 |
| | 정상그룹 | 2.57±1.78 | |
| 너비아니 | 연하력 저하그룹 | 2.79±1.19 | 0.716 |
| | 정상그룹 | 3.14±3.67 | |

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 삼킨수(number of swallow) 관계]

| | 그룹 | 근육활성도 | <i>p</i> |
|--------|----------|-------------|----------|
| 가자미 무스 | 연하력 저하그룹 | 27.58±9.76 | 0.174 |
| | 정상그룹 | 33.99±16.36 | |
| 가자미 | 연하력 저하그룹 | 24.91±9.67 | 0.116 |
| | 정상그룹 | 30.94±12.37 | |
| 너비아니 | 연하력 저하그룹 | 16.23±7.04 | 0.427 |
| | 정상그룹 | 18.30±8.26 | |

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 교근의 근육활성도 관계, 단위: mV]

| | 그룹 | 근육활성도 | <i>p</i> |
|--------|----------|-------------|----------|
| 가자미 무스 | 연하력 저하그룹 | 37.83±15.68 | 0.486 |
| | 정상그룹 | 45.42±40.74 | |
| 가자미 | 연하력 저하그룹 | 34.97±17.45 | 0.588 |
| | 정상그룹 | 39.42±28.60 | |
| 너비아니 | 연하력 저하그룹 | 28.90±26.53 | 0.836 |
| | 정상그룹 | 30.78±27.73 | |

[연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 측두근의 근육활성도 관계, 단위: mV]

- 표 12는 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 저작 시간의 관계를 비교함. 3가지 시료 모두 두 그룹 간의 유의한 차이는 없음.
- 표 13는 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 저작 횟수의 관계를 비교함. 3가지 시료 모두 두 그룹 간의 유의한 차이는 없음.
- 표 14는 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 삼킴 횟수의 관계를 비교함. 3가지 시료 모두 두 그룹 간의 유의한 차이는 없음.
- 표 15는 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 교근의 활성 관계를 비교함. 3가지 시료 모두 두 그룹 간의 유의한 차이는 없음.
- 표 16는 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 시료와 측두근의 활성 관계를 비교함. 3가지 시료 모두 두 그룹 간의 유의한 차이는 없음.

| | 나이 | 키 | 몸무게 | BMI | 치아개수 | 침분비량 | 입술압력 | | 혀압력 | | 가자미무스 | | | | | 가자미 | | | | | 너비아니 | | | | | 물 양 | 문진표 점수 |
|-----------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|-------|--------|-----------|
| | | | | | | | 최대 | 평균 | 최대 | 평균 | 저작 시간 | 저작 횟수 | 삼킨 횟수 | 측두 교근 | 교근 | 저작 시간 | 저작 횟수 | 삼킨 횟수 | 측두 교근 | 교근 | 저작 시간 | 저작 횟수 | 삼킨 횟수 | 측두 교근 | 교근 | | |
| 나이 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 키 | -0.505* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 몸무게 | -0.443 | 0.773** | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BMI | -0.101 | 0.085 | 0.682** | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 치아개수 | -0.306 | 0.042 | -0.066 | -0.238 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 침분비량 | -0.456 | 0.130 | -0.034 | -0.0241 | 0.698* | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 입술 압력 | 최대 | -0.254 | 0.225 | 0.176 | 0.095 | -0.0119 | 0.248 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 평균 | -0.318 | 0.290 | 0.190 | 0.049 | -0.0106 | 0.224 | 0.958** | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 혀압력 | 최대 | -0.276 | 0.529* | 0.531* | 0.285 | -0.041 | 0.859 | 0.423 | 0.453 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 평균 | -0.418 | 0.672** | 0.616* | 0.232 | -0.063 | 0.362 | 0.83** | 0.913** | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 가자미무스 | 저작 시간 | -0.102 | -0.217 | -0.115 | 0.084 | 0.384 | 0.087 | -0.046 | -0.134 | 0.057 | -0.103 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 저작 횟수 | 0.161 | -0.228 | -0.177 | 0.012 | 0.220 | 0.000 | -0.090 | -0.229 | -0.176 | -0.053178 | 0.533* | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 삼킨 횟수 | -0.204 | -0.012 | -0.249 | -0.377 | 0.043 | -0.020 | 0.132 | 0.150 | -0.055 | 0.153 | 0.392 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 측두 교근 | -0.347 | -0.081 | -0.187 | -0.213 | 0.334 | 0.380 | 0.147 | 0.116 | 0.092 | 0.176 | 0.430 | 0.743** | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 교근 | 0.027 | -0.373 | -0.459 | -0.335 | 0.071 | 0.063 | -0.046 | -0.030 | -0.178 | -0.0112 | 0.322 | 0.761** | 0.796** | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 가자미 | 저작 시간 | 0.192 | -0.491 | -0.170 | 0.230 | 0.135 | 0.018 | -0.263 | -0.407 | -0.060 | -0.509 | 0.265* | 0.014 | 0.295 | 0.139 | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 저작 횟수 | 0.250 | -0.501* | -0.206 | 0.228 | 0.085 | 0.053 | 0.071 | -0.097 | 0.049 | 0.0410 | 0.489** | 0.716 | 0.311 | 0.485 | 0.648** | 1 | | | | | | | | | | |
| | 삼킨 횟수 | 0.027 | -0.152 | -0.073 | -0.002 | -0.157 | -0.219 | -0.248 | -0.154 | -0.006 | -0.023003 | -0.1948 | 0.361 | 0.321 | 0.400 | 0.430 | 0.101 | 1 | | | | | | | | | |
| | 측두 교근 | 0.149 | -0.382 | -0.261 | -0.052 | -0.006 | -0.132 | -0.206 | -0.261 | -0.310 | -0.35227 | 0.063 | 0.397 | 0.410 | 0.499* | 0.561* | 0.310 | 0.923** | 1 | | | | | | | | |
| | 교근 | -0.227 | -0.136 | -0.004 | 0.039 | 0.123 | -0.166 | -0.462 | -0.488 | -0.214 | -0.246 | 0.109 | 0.520* | 0.499* | 0.597* | 0.335 | 0.187** | 0.748** | 0.711 | 1 | | | | | | | |
| 너비아니 | 저작 시간 | 0.129 | -0.435 | -0.448 | -0.266 | 0.226 | 0.189 | -0.387 | -0.516* | -0.284 | 0.32237 | 0.547* | 0.196 | 0.257 | 0.521* | 0.588* | -0.045 | 0.079 | 0.169 | 1 | | | | | | | |
| | 저작 횟수 | 0.260 | -0.467 | -0.571* | -0.382 | 0.219 | 0.194 | -0.207 | -0.315 | -0.092 | 0.34160 | 0.6616** | 0.262 | 0.341 | 0.396 | 0.338** | -0.206 | -0.044 | -0.034 | 0.854** | 1 | | | | | | |
| | 삼킨 횟수 | 0.166 | -0.228 | -0.346 | -0.349 | 0.129 | -0.0156 | -0.038 | -0.025 | -0.016 | -0.114 | 0.386 | 0.780** | 0.478 | 0.742** | 0.029 | 0.391 | 0.445* | 0.540 | 0.570 | 0.170 | 0.299 | 1 | | | | |
| | 측두 교근 | 0.193 | -0.253 | -0.425 | -0.438 | 0.101 | -0.0217 | -0.0307 | -0.337 | -0.0274 | -0.163 | 0.142 | 0.588* | 0.236 | 0.505* | -0.026 | 0.115 | 0.518* | 0.620* | 0.464 | -0.031 | 0.070 | 0.876** | 1 | | | |
| 교근 | 0.190 | -0.308 | -0.449 | -0.425 | 0.184 | -0.023 | 0.087 | -0.406 | -0.239 | -0.220 | 0.062 | 0.439 | 0.349 | 0.574 | 0.024 | 0.103 | 0.542** | 0.690* | 0.460 | -0.077 | 0.000 | 0.740 | 0.881 | 1 | | | |
| 물 양 | -0.005 | -0.021 | 0.004 | 0.030 | 0.175 | 0.200 | 0.167 | 0.209 | 0.169 | -0.106 | -0.123 | 0.330 | 0.212 | 0.391 | -0.110 | 0.300 | 0.140 | 0.280 | 0.300 | 0.060 | 0.020 | 0.590 | 0.460 | 0.51 | 1 | | |
| 문진표 점수 | 0.352 | 0.284 | 0.096 | -0.030 | -0.071 | -0.186 | -0.213 | -0.167 | -0.001 | 0.0-0.2 | -0.213 | 0.0029 | -0.221 | -0.166 | -0.030 | 0.400 | 0.290 | 0.100 | -0.260 | 0.400 | 0.170 | 0.290 | 0.100 | 0.170 | 0.061 | 1 | |

* 상관관계가 0.05 수준에서 유의
 ** 상관관계가 0.01 수준에서 유의

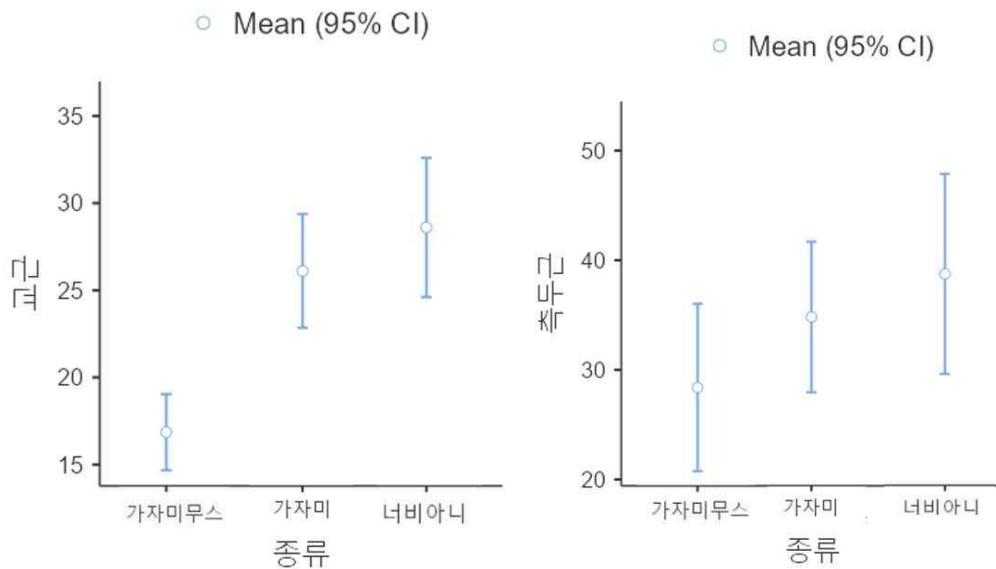
[연하력 저하그룹(n=16)의 연하력 점수 상관관계]

- 표 17는 전체 대상자(n=37)의 문진표 점수와 각 변인들과의 상관관계를 분석하였으며, 입술 최대 압력과 유의한 차이가 발견됨.
- 표 18는 연하력 저하그룹과 문진표 점수와 각 변인들과의 상관관계를 분석하였으나 유의한 차이는 없음.
- 표 19는 정상 그룹(n=21)과 문진표 점수와의 상관관계를 분석하였으며, 치아개수와 유의한 차이가 발견됨.

| | 종류 | n | Mean | SD | p |
|------------|-------|----|------|-------|----------|
| 교근의 근육활성도 | 가자미무스 | 37 | 17.4 | 7.72 | - |
| | 가자미 | 37 | 28.3 | 11.54 | 0.001*** |
| | 너비아니 | 37 | 31.2 | 14.10 | 0.001*** |
| 측두근의 근육활성도 | 가자미무스 | 37 | 30.0 | 26.86 | - |
| | 가자미 | 37 | 37.5 | 24.22 | - |
| | 너비아니 | 37 | 42.1 | 32.23 | - |
| 저작시간 | 가자미무스 | 37 | 14.0 | 8.02 | - |
| | 가자미 | 37 | 26.2 | 14.41 | 0.001*** |
| | 너비아니 | 37 | 30.6 | 16.27 | 0.001*** |
| 저작횟수 | 가자미무스 | 37 | 10.7 | 10.25 | - |
| | 가자미 | 37 | 32.9 | 23.01 | 0.001*** |
| | 너비아니 | 37 | 40.9 | 25.63 | 0.001*** |

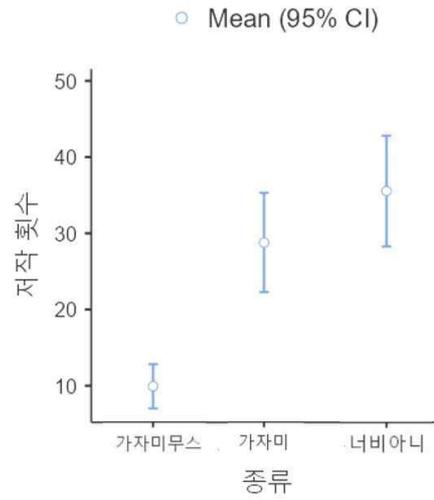
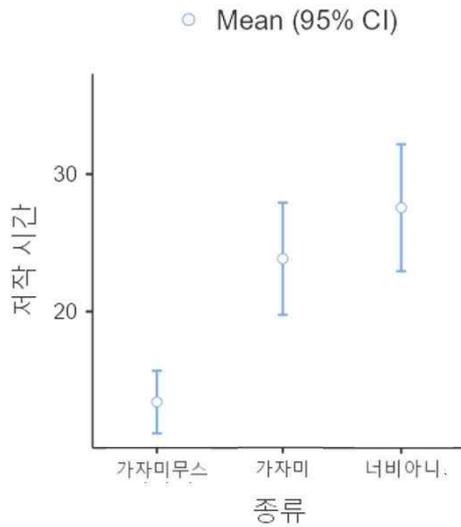
Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

[3가지 시료와 저작시간, 저작횟수, 측두근, 교근과의 상관관계]



[교근의 근육활성도]

[측두근의 근육활성도]



[저작 시간]

[저작 횟수]

- 표 20은 전체 대상자(n=37)가 3가지 시료를 각각 섭취할 때 저작시간, 저작횟수, 측두근, 교근과의 연관성을 분석함.
- 그림 7은 가자미무스, 가자미, 너비아니를 섭취할 때 교근의 근육활성도를 plots 그래프를 통하여 유의성을 확인함.
- 그림 8은 가자미무스, 가자미, 너비아니를 섭취할 때 측두근의 근육활성도를 plots 그래프를 통하여 유의한 차이가 없음을 확인함.
- 그림 9은 가자미무스, 가자미, 너비아니를 섭취할 때 저작 시간을 plots 그래프를 통하여 유의성을 확인함.
- 그림 10은 가자미무스, 가자미, 너비아니를 섭취할 때 저작 횟수를 plots 그래프를 통하여 유의성을 확인함.

- 3가지 시료에 대한 의견

| 시료 | 가자미무스 | 가자미 | 너비아니 |
|----|---|---|--|
| 의견 | 19명 패널은 만족하며 맛이 좋다는 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 맛있고, 잘 넘어감. • 노인이 먹기 좋음. • 부드럽고 소화가 잘 될 것 같음. | 24명 패널은 만족하며 부드럽고 맛있다는 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 맛있고, 부드러움. • 씹히는 결이 있어 좋음 | 29명의 패널이 가장 만족하는 시료로 선택하고 맛이 좋다는 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 맛있고, 잘 넘어감. • 냄새 안나고 부드러움. |
| | 15명의 패널은 전체적으로 비리다는 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 비린 맛이 있음. • 느끼함. • 생선을 좋아하지 않아 섭취 시 힘들었음. | 4명의 패널은 비리다는 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 비리지만 가자미무스 보다 덜 비림. | 그 외 소수의 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 맛있으나 맨 입에 먹기에 간이 조금 강함. • 부드럽지 않고 걸끄러움 |
| | 그 외 소수의 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 노인이 먹기 좋음. • 부드러우나 잘 안넘어감. | 그 외 소수의 의견 <ul style="list-style-type: none"> • 건강해지는 맛임. • 부드러우나 멍쳐서 잘 안넘어감. | |

[시료에 대한 대상자의 의견]

○ 결론 및 제언

- 결과

- 연하력 저하그룹과 정상 그룹 간의 유의한 결과
 - ✓ 두 그룹의 치아개수는 연하력 저하그룹(17.94 ± 11.17)에 비해 정상그룹(22.05 ± 7.64)이 유의하게 높음($p=0.004$).
- 틀니 그룹과 치아 그룹 간의 차이 유의한 결과
 - ✓ 가자미 저작 횟수의 경우 자연치아 그룹(36.75 ± 25.98)이 36.75 틀니 그룹(24.31 ± 12.28)에 비해 유의하게 높음($p=0.034$).
- 치아 9개 이하 그룹과 치아 10개 이상 그룹 간의 유의한 결과
 - ✓ 문진표 점수의 경우 9개 이하 그룹(10.11 ± 5.78)이 10개 이상 그룹(5.24 ± 5.64)에 비해 유의하게 높음($p=0.025$).
- 문진표 점수와 입술 최대 압력의 유의한 결과
 - ✓ 전체 대상자($n=37$)의 문진표 점수와 각 변인들과의 상관관계를 분석하였으며, 입술 최대압력과 유의한 차이가 발견됨.
- 문진표 점수와 치아 개수의 유의한 결과
 - ✓ 정상 그룹($n=21$)과 문진표 점수와의 상관관계를 분석하였으며, 치아개수와 유의한 차이가 발견됨.
- 시료와 저작시간, 저작횟수, 교근과의 유의한 결과
 - ✓ 전체 대상자($n=37$)가 가자미무스, 가자미, 너비아니 시료를 각각 섭취할 때 교근의 근육 활성도, 저작 시간, 저작 횟수의 유의한 차이가 발견됨.

- 제언

- 본 연구에서는 분지아미노산 함량을 향상시킨 단백질 가수분해물의 단백질 강화용 소재를 활용하고 이를 적용한 연하식 제품을 개발하고 아울러, 고령자의 영양개선에 도움을 줄 수 있는 신규 단백질을 소재화하고 영양밀도 향상기술을 활용한 식품을 개발하고자 함.
- 따라서 고령자의 오럴프로세싱 특성 분석과 고령친화식품의 연하 특성과 연관성을 확인하는 것을 목표로 과제를 수행하였고, 실험을 통하여 저작 및 연하력이 저하된 고령자의 오럴프로세싱 특성에 따른 DB를 구축하는 기초자료를 확보하였으며, 그에 따라 연하 특성에 따른 고령자 세분화가 이루어지는 발판을 제공함.
- 문진표를 통해 정상 그룹이 연하력 저하된 그룹에 비해 치아 개수가 유의하게 높은($p=0.004$) 결과가 도출되었고, 이는 구강의 건강이 저작 뿐만 아니라 연하기능에도 영향을 미치는 것으로 확인할 수 있었음.
- 또한 치아 9개 이하 그룹과 치아 10개 이상 그룹으로 나누어 비교해 보았을 때도, 문진표의 점수가 유의하게 높은($p=0.025$) 것을 관찰하였고, 치아의 개수가 저작 및 연하 기능에도 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었음.
- 전체 대상자의 문진표 점수와 입술 최대 압력의 상관분석 결과, 문진표 점수가 높을수록 입술 최대 압력이 떨어지는 유의한 차이를 발견하였고, 이는 입술의 압력 또한 저작 및 연하 기능에 영향을 미치는 것으로 확인함.
- 따라서 본 연구 결과는 저작 및 연하력이 저하된 고령자를 위한 고령친화식품 개발을 위한 기초 자료가 될 것이며, 고령친화식품 개발을 통해 고령자가 건강한 노년기를 영위할 수 있도록 지원하고 영양밀도를 높인 식생활을 할 수 있도록 기여함.
- 고령자의 오럴프로세싱 특성 분석을 통하여, 틀니의 유무와 치아 개수, 입술 압력이 저작 및 연하력과 밀접한 관계가 있음을 확인하였고 본 연구 결과는 이러한 고령자에게 영양 밀도를 높인 식사를 가능하게 함으로써 적은 비용으로 효율적으로 노인의 건강 증진 효과를 기대할 수 있으며, 궁

극적으로 노인 의료비 절감에 이바지할 수 있음.

· 본 연구 결과는 한국인의 저작 특성과 맛의 선호도를 고려한 고령친화식품 개발에 기여할 수 있는 초석이 될 수 있다고 사료됨. 향후 표본의 수를 확대하고 우리의 식문화 특징을 잘 살려 보다 정교한 실험 디자인을 통해 창의적인 연구 결과를 도출할 수 있는 후속 연구가 지속되기를 기대함.

[2차년도] 영양밀도개선 연하식의 식단구성, 화학적 & 물리적 특성 평가

○ 화학적 · 물리적 특성 평가

- (주)신세계푸드에서 제공받은 영양밀도 개선 연하식 제품 5종의 이화학적 특성 평가

· 색도(color)측정

- ① 실온(20°C)에서 Hunter Lab Co., Ltd, Reston, USA로 측정
- ② 장비는 표준 백색 반사판으로 표준화(Hansen, Jackson, Wehling, Wilson, & Graybosch, 2010).
- ③ 색상 매개변수(LI, a and 및 b values 값) 기록, L²는 밝기를 측정하는 매개변수(0 = 검은색, 100 = 흰색), a²는 빨간색 또는 녹색(음 = 녹색, 양의 = 빨간색), b²는 파란색 또는 노란색(음 = 파란색, 양의 = 노란색) 헌터 L, a and 및 b values 값은 3반복

· 이장현상(syneresis)

- ① 영양밀도 개선한 연하식을 95°C waterbath에서 15분간 해동
- ② 각 연하식 무스 샘플당 3개씩 30 g를 정확하게 원심분리기 튜브에 넣고 냉동고(-25°C)에 24시간 동안 저장
- ③ 냉동 연하식 무스를 실온에서 6시간 동안 해동하고 1950g, 25°C에서 10분간 원심분리진행
- ④ 분리된 물의 백분율을 측정하여 시네레시스(%)로 표현

· 물성측정(Texture profile analysis)

- ① 측정 온도 : 4±1°C
사용기구 : TMS-Pilot Food Texture Analyzer (Food Technology Corporation, Sterling, VA, USA)
- ② 개별 무스 컵(35g)을 5kg 하중 셀과 35mm지름의 cylinder probe 사용하여 1 mm s⁻¹의 속도로 10 mm 깊이까지 침투한 후 동일한 속도로 시작점으로 되돌아감
- ③ Hardness, Adhesiveness, Cohesiveness, Gumminess 측정

· 산도(pH)측정

- ① 연하식 무스 15g을 Falcon tube에 담은 후 같은 중량(15g)의 증류수를 넣어 희석
- ② pH meter를 이용하여 3반복 측정

- 실험재료 및 이화학적, 관능적 특성 평가

· 분지아미노산을 강화한 치킨카레무스 개발

- ① 닭가슴살, 감자, 양파, 당근, 버터, 카레가루, 물의 배합비 개발
- ② IDDSI level 3-4에 해당하도록 점도증진제의 농도 설정
- ③ 연구실 내에서 자체적으로 진행한 관능평가를 바탕으로 분지아미노산 농도 설정

· 색도(color)측정

- ① 실온(20°C)에서 Hunter Lab Co., Ltd, Reston, USA로 측정
 - ② 장비는 표준 백색 반사판으로 표준화(Hansen, Jackson, Wehling, Wilson, & Graybosch, 2010).
-

-
- ③ 색상 매개변수(LI, a and 및 b values 값) 기록, L²는 밝기를 측정하는 매개변수(0 = 검은색, 100 = 흰색), a²는 빨간색 또는 녹색(음 = 녹색, 양의 = 빨간색), b²는 파란색 또는 노란색(음 = 파란색, 양의 = 노란색) 헨터 L, a and 및 b values 값은 3반복

· 이장현상(syneresis)

- ① 영양밀도 개선한 연하식을 95°C waterbath에서 15분간 해동
- ② 치킨카레무스 레토르트 처리 전후 샘플 각 3개씩 15g를 원심분리기 튜브에 넣고 냉동고(-25°C)에 24시간 동안 저장
- ③ 냉동 연하식 무스를 실온에서 6시간 동안 해동하고 3000rpm 25°C에서 10분/4000rpm에서 10분간 원심분리진행
- ④ 분리된 물의 백분율을 측정하여 시네레시스(%)로 표현

· 물성측정(Texture profile analysis)

- ① 측정 온도 : 4±1°C
사용기구 : TMS-Pilot Food Texture Analyzer (Food Technology Corporation, Sterling, VA, USA)
- ② 개별 무스 컵(30g)을 5kg 하중 셀과 35mm 지름의 cylinder probe 사용하여 1mm s⁻¹의 속도로 10mm 깊이까지 침투한 후 동일한 속도로 시작점으로 되돌아감
- ③ 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), Gumminess 측정

· 산도(pH)측정

- ① 연하식 무스 5g을 Falcon tube에 담은 후 같은 중량(5g)의 증류수를 넣어 희석
- ② pH meter를 이용하여 3반복 측정

· 관능평가

- 연구대상자 선정기준

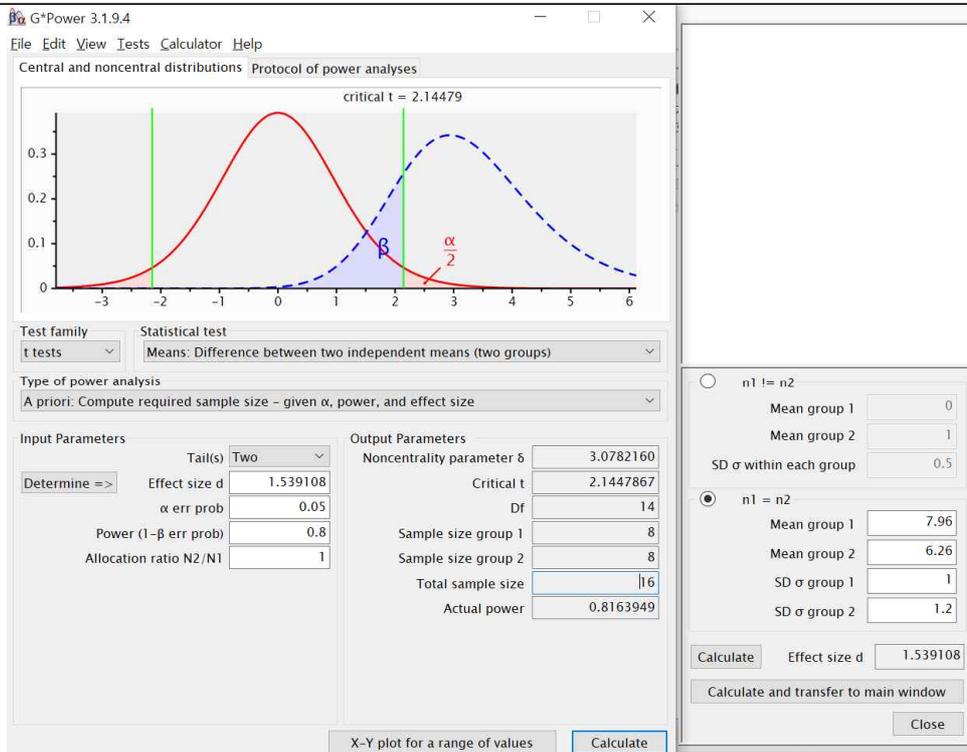
- 50세 이상 성인으로 인지장애가 없는 건강인을 대상으로 함.

- 연구대상자 제외기준

- 인지장애가 있는 경우 연구대상에서 제외함

- 예상 연구대상자 수와 산출근거

- 선행연구(Zargaraan외 9인, 2015) Effect of rheological properties on sensory acceptance of two-model dysphagia-oriented food products. Journal of Texture Studies, 46(3), 219-226에서 표4. Easy of swallowing에 해당하는 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 16명을 산출함. 질환의 특수성으로 탈락률이 낮을 것으로 예측되며, 10%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 18명으로 예상하였음. 또한 위와 같은 산출 근거는 2022.07.04.14:00 한양대학교 의학통계지원실의 자문을 통해 확인받았음.



[G-power 결과]

- 연구대상자 모집

- 대상자는 시립용산노인종합복지관 게시판에 홍보물을 부착하고 사전 공지하여 자발적으로 참여를 유도함.
- 총 18명의 대상자가 모집되었고, 혼자서 거동이 가능하며, 일상생활 및 독립적 생활이 가능한 50세 이상 성인 중 인지기능 장애가 없어 의사소통이 가능하고 설문지 내용을 이해할 수 있는 자로 선정하였음.

한양대학교 식품영양학과
식품의 관능적 특성 평가를 위한

대상자 모집

모집기간
2022년 10월 31일 까지 상시 모집

자격요건 및 지원방법

- 자격요건
만 50세 이상 성인으로 인지장애가 없는 건강한 희망자를 대상으로 합니다.
- 지원방법
이은비 연구원 (010-3434-4031)으로 자격요건 해당하시는 분은 문자로 전송합니다.

평가 내용

- 시식식품 섭취 후 관능적 특성 평가관련 설문조사(30분 소요)
- 장소 : 한양대학교 생활과학관 103호

기타 사항

연구 참여대상자에게는 소정의 사례비를 제공할 예정입니다.
문의사항은 한양대학교 식품영양학과 조리 과학/ 식품 화학 연구실 이은비 연구원 010-3434-4031으로 연락주세요

[대상자 모집 공고문]

- 관능평가 절차

- ① 연구대상자들은 연구에 대한 설명을 듣고 동의할 시 동의서에 서명
- ② 설문지에 개인정보(나이, 성별) 작성
- ③ 레토르트 처리 전후 치킨카레 샘플 무작위 순서로 제공
- ④ 관능평가 시작 전 제공하는 물로 가글
- ⑤ 치킨카레 샘플이 제공되면 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 진행. 다음 샘플로 넘어가기 전 물로 가글
- ⑥ 각 샘플별 항목을 평가하기 위해 9점 척도 Hedonic 척도 (1 = '매우 싫음', 5 = '보통', 9 = '매우 좋음')로 설문지 작성. 방문은 총 1회로 소요시간 1시간 이내

- 자료분석과 통계처리

- 레토르트 처리를 한 치킨카레무스와 레토르트 처리를 하지 않은 치킨카레무스 두 집단 간의 차이를 알아보기 위해 T-test를 실시함(SPSS 26.0)

○ 연구 결과

- (주) 신세계푸드 개발 분지아미노산 강화소재 첨가군 차이

- 색(color), 이장현상(syneresis), 물성(texture), 산도(pH)에서 유의한 결과가 나타나지 않았음.
- 냉해동 시 이장현상이 많이 발생하였는데 특히 짜장무스에서 많이 발생함.



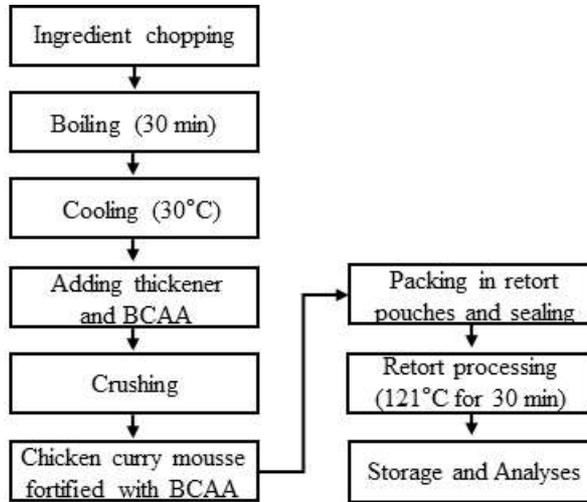
[무스의 syneresis (짜장, 된장맥적구이, 간장찜닭)]

- 분지아미노산 강화 레토르트 치킨카레무스

- 치킨카레무스의 재료 개발 및 실험 흐름도

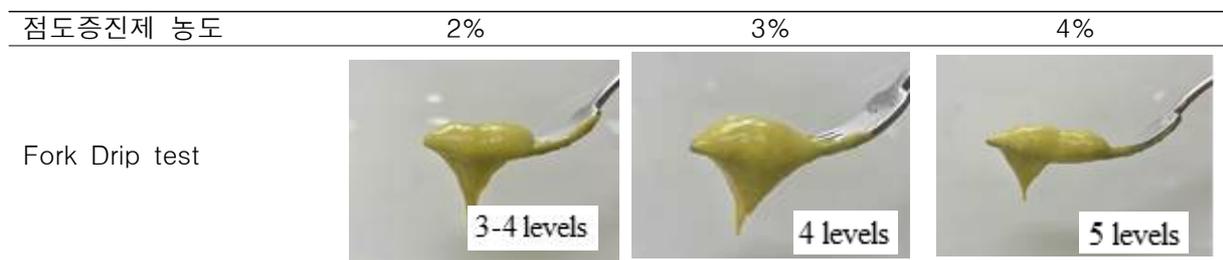
| | |
|--------------------|------|
| Chicken breast | 24.4 |
| Butter | 6.1 |
| Onion | 9.1 |
| Potato | 9.1 |
| Carrot | 6.1 |
| Curry powder | 4 |
| Water | 40.8 |
| BCAA | 2 |
| L-Leucine | 1 |
| L-Isoleucine | 0.5 |
| L-Valine | 0.5 |
| Viscosity enhancer | 2 |

[분지아미노산 강화 레토르트 치킨카레무스 재료 함량(%)]



[분지아미노산 강화 레토르트 치킨카레무스 실험흐름도]

- 치킨카레무스의 점도증진제 함량 설정



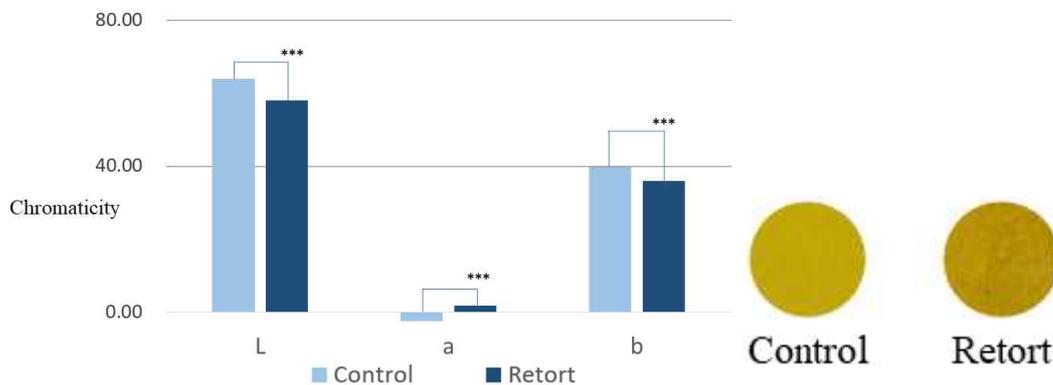
[점도증진제의 농도별 치킨카레무스의 IDDSI Fork Drip test]

· levels 3-4로 설정하기 위해 점도증진제의 농도를 2%로 설정함.

○ 분지아미노산 강화 레토르트 치킨카레무스 이화학적, 관능적 특성 평가 결과

- 색도(color)측정 결과

· 레토르트 처리 후 치킨카레무스의 밝기와 황색도는 유의하게 감소하였고 적색도는 증가하였음.

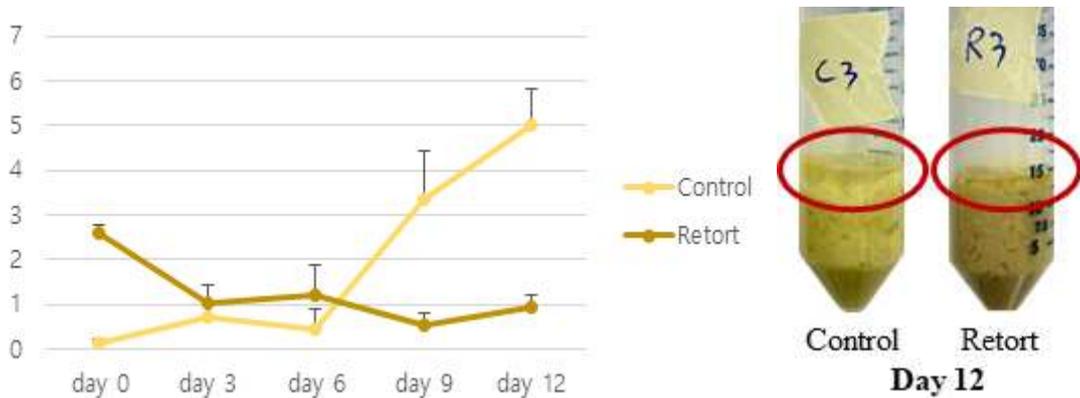


[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 color]

- 이장현상(syneresis)측정 결과

· 분지아미노산 강화 치킨카레무스를 제조한 직후(day 0)에는 이장현상이 발생하지 않았으나 레토르트 처리를 하지 않은 치킨카레무스 샘플에서 12일이 지난 후 이장현상이 유의하게 증가함.

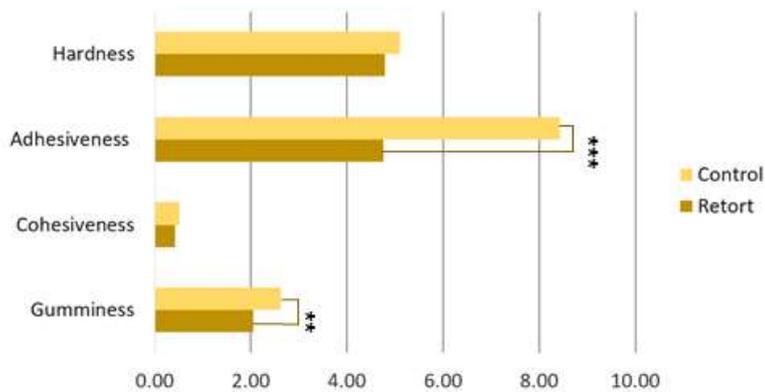
· 레토르트 처리를 한 치킨카레무스 샘플에서는 같은 조건에서 이장현상은 발생하지 않았고 오일층만 분리되었음.



[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 기간별 syneresis]

- 물성(Texture)측정 결과

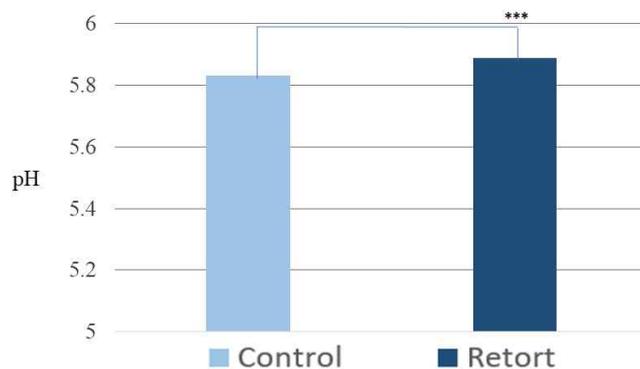
· 레토르트 처리 후 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 응집성(Cohesiveness), 검성(Gumminess) 모두 감소하였고 부착성(Adhesiveness)와 검성(Gumminess)에서 유의한 결과가 나타났음.



[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 texture]

- 산도(pH)측정 결과

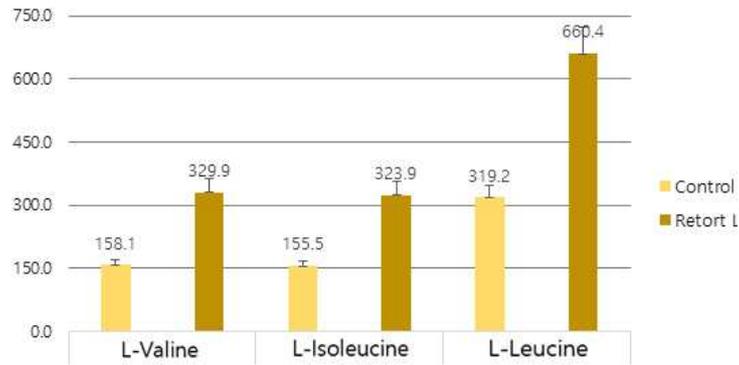
· 레토르트 처리 후 치킨카레무스의 pH가 약간 증가하였음.



[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 pH]

- 아미노산 분석(Amino acids analysis) 결과

· 레토르트 처리 후 치킨카레무스의 분지아미노산 함량이 증가하였음.



[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 분지아미노산 함량]

- 관능평가(sensory test) 결과

· 레토르트 처리가 분지아미노산 강화 치킨카레무스에 미치는 영향을 확인하기 위해 진행한 관능평가에서 색, 쓴 맛, 향, 질감 등을 평가함.



[시립용산노인종합복지관에서의 관능평가]

· 색, 쓴 맛, 향, 부드러움, 끈적임, 응집 정도, 전체 기호도 모두 레토르트 처리의 유무에 관련하여 유의미한 결과가 나타나지 않았음.



[레토르트 처리 전후 치킨카레무스의 관능평가]

○ 요약

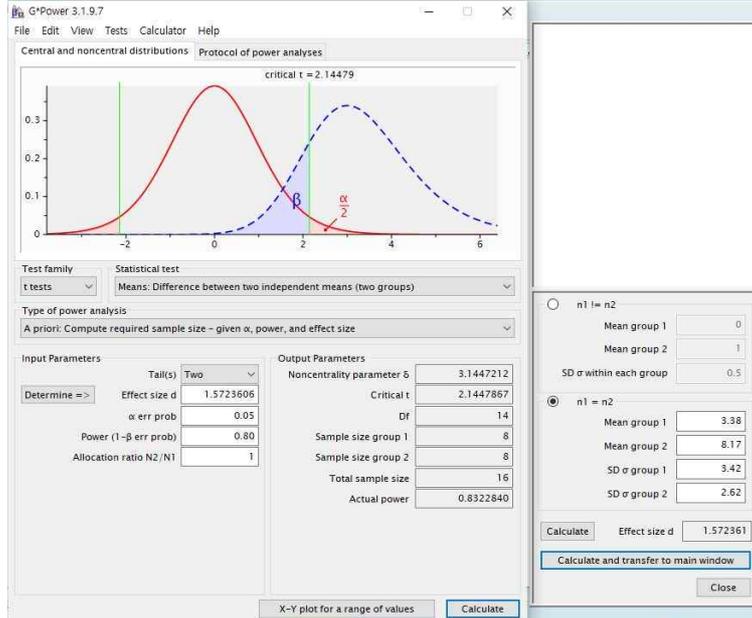
- 분지아미노산의 함량을 향상시킨 치킨카레무스 연하식 제품을 개발하여 그의 저장 안정성을 높이기 위해 레토르트 처리를 하고 이화학적, 관능적 특성을 평가하여 레토르트 처리가 영양밀도 강화 연하식에 미치는 영향을 확인함.
- 이장현상(syneresis) 측정 결과 레토르트 처리 과정이 저장안정성을 증가시키는 것을 확인하였고, 물성(texture)이 더욱 부드러워지는 것을 확인함. 또한 아미노산 분석을 통하여 레토르트 처리과정으로 인하여 분지아미노산이 감소하지 않고 오히려 증가하는 것을 확인함.
- 본 연구에서는 분지아미노산 함량을 향상시킨 단백질 강화용 소재를 활용하고 이를 적용한 연하식 제품을 개발하고 아울러, 고령자의 영양개선에 도움을 줄 수 있는 영양밀도 향상기술을 활용한 식품 개발이 가능할 것으로 판단됨.

○ 연하 평가

- 단백질 함량을 높인 연하개시식(커피맛 푸딩) 개발
- 연하장애가 있는 환자들이 부족할 수 있는 수분과 변비 해소를 위한 식이섬유 보충, 유청단백질 등을 이용하여 영양밀도를 높인 연하개시식(커피맛푸딩)을 개발함.
- 단백질 함량을 높인 연하개시식의 감각평가
- 영양밀도를 높인 연하개시식(커피맛푸딩)을 개발하여 연하장애 환자에게 시식하게 하고 다음의 항목(외관, 풍미, 향, 목넘김, 제품에 대한 전반적인 기호도, 향후 구매 의향)을 설문지에 의거 항목별로 관찰한다. 연구 참가자는 시식 후 9점척도법(9-point hedonic scale)관능평가를 실시함.
- 단백질 함량을 높인 연하개시식의 비디오투시연하검사(VFSS) 촬영
- 비디오투시연하검사(VFSS, video fluoro swallowing study)로 결과 분석을 통해 저작 및 삼킴기능을 확인할 수 있음. 개발한 영양밀도를 높인 연하개시식과 요거트를 섭취하는 동안 비디오투시연하검사(VFSS) 촬영을 실시하고, 연하장애를 가진 환자들의 삼킴 기능을 관찰하여 개발한 연하식의 효능을 평가함.
- 영양밀도를 높인 연하개시식(커피맛푸딩)을 대상자에게 제공하고 비디오투시연하검사(VFSS) 촬영을 실시함.
- 비디오투시연하검사(VFSS) 방법은 검사자를 앉게 한 후, 정면을 바라보게 하고 측면에서 투시촬영검사를 실시함. 현재 비디오투시연하검사에 사용되고 있는 검사 대상 식품과 점도를 개발한 연하개시식에 바륨 가루를 섞어 사용함. 삼킴 단계별 음식물의 남아있는 정도에 따라 잔유물의 정도(residue grade, 3단계)를 평가함.
- 연구대상자
- 연하장애 진단을 받은 적이 있는 50세 이상의 성인 20명으로 전량 경구식이 섭취가 가능하며, 음식물 섭취에 큰 제한이 없는 사람을 대상으로 함.
- 연구대상자 제외기준
- 최근 1년 사이 흡인성 폐렴으로 치료 받은 병력이 있는 자
- 식품 알러지가 있는 자
- 관능평가를 시행하지 못할 정도의 인지기능 저하가 있는 자(경도 인지 장애나 치매로 진단받은 적이 있음)

- 예상 연구대상자 수와 산출근거

· 선행연구(Choi 외 4인, 2021) Designed Meal Development and Sensory Evaluation for Dysphagia Patients. J Korean Dysphagia Soc, 2021;11(1): 15-24.에서 평균과 표준편차 값을 적용하여 G-Power 프로그램을 이용하여 16명을 산출함. 질환의 특수성으로 20%의 탈락률을 적용하여 목표 피험자수는 20명으로 예상함. 또한 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행함(HYUIRB-202207-012).



[G-power 결과]

- 연구대상자 모집

· 경기도 용인시 소재 린병원 원내 공고문을 게시하여 연하장애 진단을 받은 적이 있는 50세 이상 성인을 모집함.

연구 대상자를 모집합니다

연하장애 완화를 위한 연하식 개발과 감각평가 및 비디오투시연하검사(VFSS)촬영

대상자 선정 요건

- 연하장애 진단을 받은 적이 있는 50세 이상의 성인 20명으로 선발
연구식이 섭취가 가능하며, 인지기능 저하가 없는 사람.

제외 대상

- 소고기 무국, 두유에 알러지 반응이 있는 대상자

진행일정

- 결도가 증진된 국(소고기 무국)과 연하개시식 무딩의 관능평가 (30분 소요)
- 결도가 증진된 국 (소고기 무국) 과 연하개시식 무딩을 이용한 VFSS(비디오투시연하검사) 촬영 (30분 소요)
- 장소 : 린병원 B1 방사선검사실

참여 시 제공되는 사항

- 연구에 참여하는 대상자에게는 소정의 급여 제공
- ☞ 연구 종료시에 서양하고, 위외 실험을 모두 진행한 자에 한하여 전 급여 제공
- 식물 섭취 후 알러지 발생 시, 바로 응급실 진료를 받을 수 있도록 하고, 연구 참여로 발생하는 부작용이 있다면 이에 대한 모든 치료의 경비 또한 아니라 보상에 대해서 연구 책임자가 책임짐.

지원방법 및 문의

- 연구 지원 및 기타 시험방법 등에 대한 자세한 내용은 문의 바랍니다.
- 참여 문의 담당자
- ☎ 이현경 (T. 010-6584-7324)

한양대학교 식품영양학과 조리 과학/식품 과학 연구실

[대상자 모집 공고문]

○ 연구결과

- 개발한 영양밀도를 높인 연하개시식 레시피

· 연하개시식1과 연하개시식2의 차이는 연하개시식1은 연하개시식2보다 점도증진제 2배 첨가함.

| 재료 | 단위 | Quantity |
|-------|----|----------|
| 두유 | g | 180 |
| 연유 | g | 30 |
| 커피시럽 | g | 6 |
| 유청단백질 | g | 24 |
| 식이섬유 | g | 10 |
| 토로미 | g | 1 |
| 한천 | g | 0.5 |
| 가루젤라틴 | g | 0.5 |

60g/1serving

1일 영양성분 기준치에 대한 비율 (2000kcal기준)

단백질 10g 약 20%
식이섬유 3.4g 약17%



[연하개시식 1]

| 재료 | 단위 | Quantity |
|-------|----|----------|
| 두유 | g | 180 |
| 연유 | g | 30 |
| 커피시럽 | g | 6 |
| 유청단백질 | g | 24 |
| 식이섬유 | g | 10 |
| 토로미 | g | 0.5 |
| 한천 | g | 0.5 |
| 가루젤라틴 | g | 0.5 |

60g/1serving

1일 영양성분 기준치에 대한 비율 (2000kcal기준)

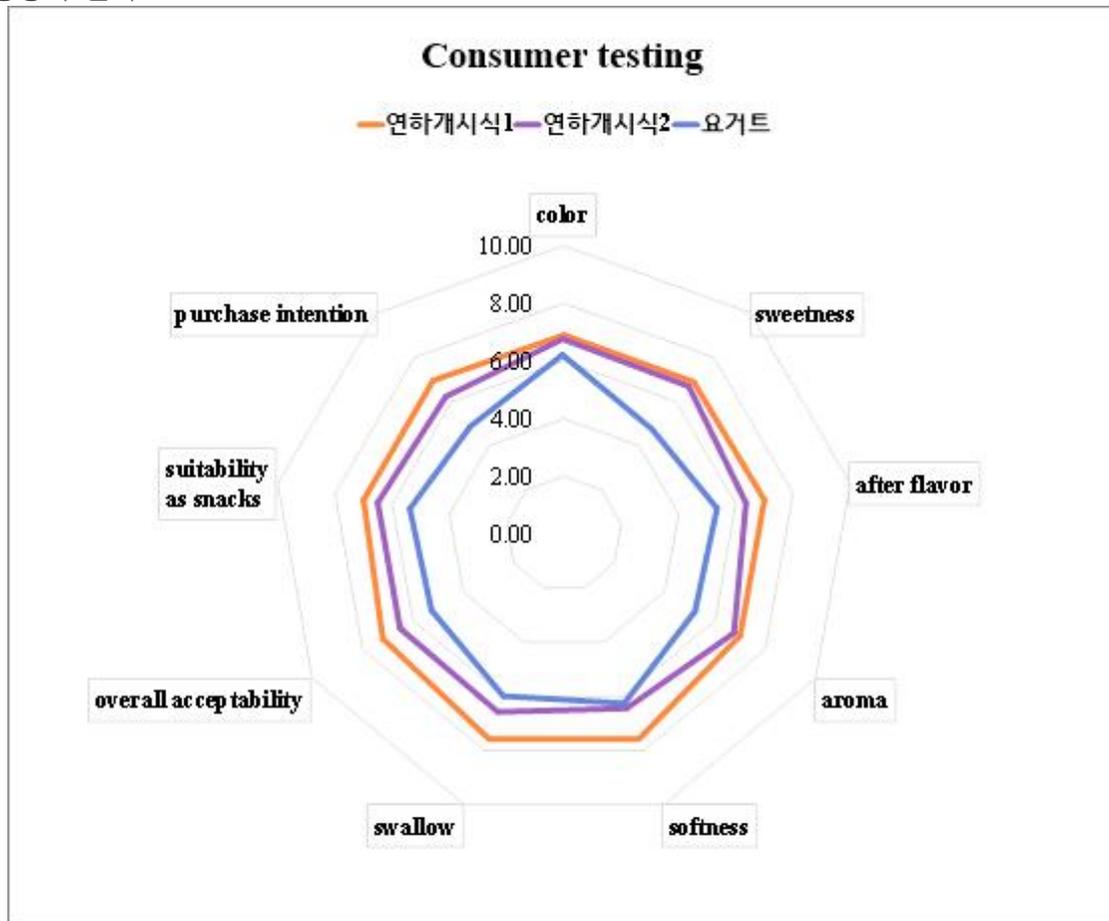
단백질 10g 약 20%
식이섬유 3.4g 약17%



[연하개시식 2]

- 연구대상자

· 20명의 연하장애환자가 모집되었으며, 평균 나이 68.9세, 남자 65% 여자 35%로, 평균 BMI는 21.65, 20명 중 밥을 먹는 환자 50%, 밥과 죽을 먹는 환자 20%, 죽을 먹는 환자 15%, 미음을 먹는 환자는 15%였음.



[관능평가 결과]

- 관능평가지에는 외관, 맛 또는 풍미, 질감, 전체적인 기호도, 구매의향을 평가하기 위해 9점 척도법(1=대단히 싫다, 9=대단히 좋다)을 사용하여 측정함.
- 연하개시식1의 경우, 목넘김느낌, 전체적인 기호도, 연하곤란 환자를 대상으로 한 연하개시식으로 적합한지 평가한 문항과 구매의향에서 통계적으로 우수한 결과가 도출됨($p < .001$).
- 연하개시식2의 경우, 전체적인 기호도와 구매의향 부분에서 통계적으로 우수한 점수가 도출됨($p < .001$).



[비디오투시연하검사(VFSS) 결과]

- 비디오투시연하검사(VFSS) 촬영 사진에서의 나타나는 후두개곡(Valleculae, 위쪽 동그라미)와 조롱박오목(Pyriform Sinus, 아래 동그라미)으로 검은색으로 보이는 것이 음식잔여물(Residue)임.
- ImageJ 프로그램을 이용하여 음식잔여물의 면적 측정한 결과, 후두개곡에서 연하개시식1이 연하개시식2와 요거트보다 안전하게 평가됨($p < .001$).
- 조롱박오목에서는 연하개시식1이 요거트와 비교하였을 때 더 안전하게 평가됨($p < .001$).

○ 요약

- 영양밀도를 높여 개발한 연하개시식1은 기존 사용되던 플레인 요거트에 비해 연하 장애인 환자의 기호도를 더 많이 충족시켰으며, 음식잔여물도 후두개곡과 조롱박오목에 적게 남는 것으로 관찰됨.
- 따라서 플레인 요거트보다 개발된 연하개시식이 맛과 영양학적 측면, 안전성 측면에서 장점이 있다고 평가되며, 맛의 다양성을 살려, 경관영양에서 경구 식으로 넘어가는 단계에서 연하장애 환자의 영양을 증진시켜 줄 수 있도록 개선된 제품을 개발할 예정임.

○ 식단구성

- 연하식 메뉴 제공

| 연하식 제품 | 연하식 메뉴 |
|---------------------------|---|
| 1 (주)신세계푸드의 영양밀도를 개선한 신제품 | 1. 간장생선 2. 간장찜닭 3. 관자새우크림 4. 된장맥적구이 5. 짜장무스 |
| 2 (주)신세계푸드의 기존 판매제품 | 1. 소불고기 2. 돼지고기수육 3. 동파육 4. 닭고기 5. 참치마요 6. 가자미구이 7. 연어구이 8. 멸치볶음 9. 버섯크림 10. 애호박볶음 11. 고추잡채 12. 나박김치무스 |
| 3 한양대학교 개발제품 | 1. 치킨커리무스 2. 커피맛푸딩 |

- 주식, 주찬, 부찬, 간식을 이용한 식단 구성

| 월 | 화 | 수 | 목 | 금 | 토 | 일 |
|---|---|--|--|--|---|---|
| 찹쌀미음 된장국 관자새우크림 ¹ 고추잡채 ² 동치미 오렌지쥬스 | 닭안심죽 된장맥적구이 ¹ 참치마요 ² 나박김치무스 ² | 소고기 쌀미음 순두부탕 간장생선 ¹ 동치미 커피맛푸딩 ³ | 단호박스프 짜장무스 ¹ 돼지고기수육 ² 나박김치무스 ² 망고무스 | 쌀미음 설렁탕 간장찜닭 ¹ 애호박볶음 ² 동치미 | 연두부죽 미역국 가자미구이 ² 버섯크림 ² 나박김치무스 ² | 치킨커리무스 ³ 미소국 소불고기 ² 멸치볶음 ² 동치미 |

· (주)신세계푸드의 영양밀도를 개선한 신제품¹

· (주)신세계푸드의 기존 판매제품²

· 한양대학교 개발제품³

○ 요약 및 고찰

· 본 연구 결과는 저작 및 연하력이 저하된 고령자를 위한 고령친화식품 개발을 위한 기초자료가 될 것이며, 고령자의 연하 특성과 맛의 선호도를 고려한 고령친화식품 개발에 기여할 수 있다고 사료됨.

· 또한 고령친화식품 개발을 통해 고령자가 건강한 노년기를 영위할 수 있도록 지원하고 영양밀도를 높인 식생활을 할 수 있도록 기대함.

<3차년도>영양밀도가 개선된 연하식 완제품의 소비자 기호도(선호도) 및 임상적 영양평가

○ 영양밀도가 개선된 연하식의 영양분석 및 섭취 후 임상적 영양평가

-연구대상자 선정 기준

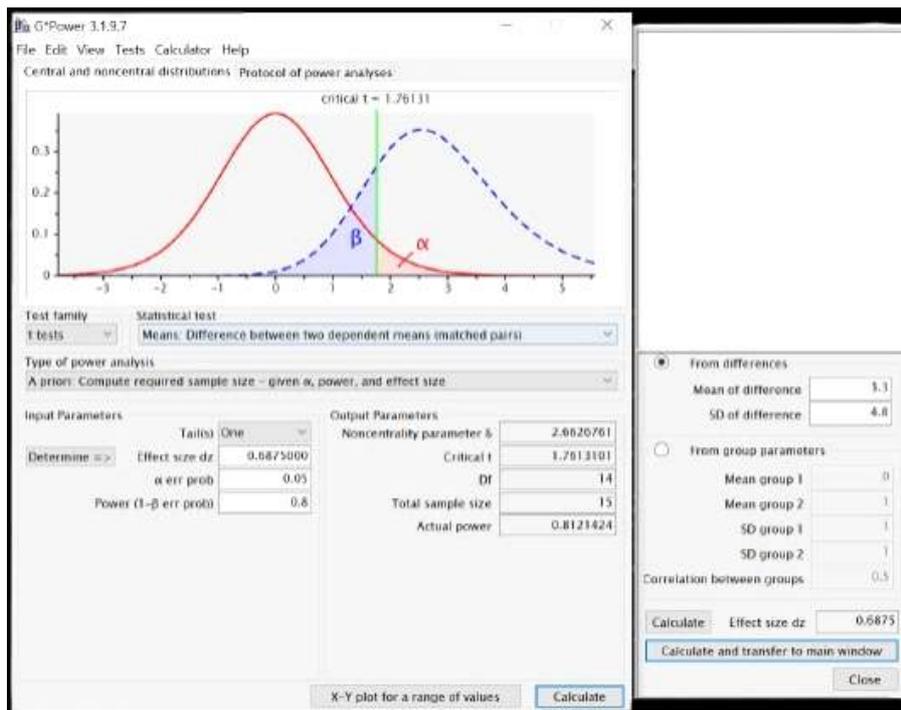
- 다음의 상황에 해당하면서 자발적으로 참여 의사를 밝힌 사람을 연구대상자로 선정하였음.
- 연하곤란을 겪는 사람
- 연하도움식을 섭취하고 있는 사람

-연구대상자 제외 기준

- 아래의 경우 중 하나라도 해당한다면 연구대상자에서 제외함.
- 새우, 복숭아 등 식품 알레르기가 있는 사람
- 중등도의 인지장애를 진단받은 사람
- 최근 흡인성 폐렴으로 치료받은 병력이 있는 사람

- 연구대상자 산출 근거

- 선행연구 (Morucci et al., 2022) Effects of a 24-week exercise program on functional fitness, oxidative stress, and salivary cortisol levels in elderly subjects. Medicina, 58(10), 1341.에서 평균과 표준편차 값을 이용하여 G-power 프로그램에 적용 후 최소 필요 연구대상자 15명을 산출함. 연구의 특수성으로 탈락률 10%를 적용하여 목표 피험자수는 17명으로 예상하였음. 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였음 (HYUIRB-202311-031).



[G-power 결과]

- 연구대상자 모집

- 일산복음재활병원 원내 게시판에 광고문을 부착하여 연구대상자의 자발적인 참여를 유도하였음. 광고문을 보고 연구에 관심이 있고, 대상자 선정기준에 부합할 시 연구에 대한 설명을 진행하였으며, 본인의 자유 의사에 의해 동의서를 작성하였음.



연하장애 환자를 위한 BCAA(분지아미노산)가 강화된
연하식용 무스의 임상적 영양평가 및 관능적 특성 평가
**임상적 영양평가
연구대상자 모집**

모집기간

2023년 12월 3일 까지 상시 모집
예상 대상자 수: 17명

연구방법

- (1) 절차
1. 동의서 서명 및 설문지 정보 기입
2. 작업치료사와 함께 악력 측정 평가
3. 2주 간 점심 저녁식사 시 무스 8종 번갈아 섭취
(완장맥거귀무스, 간장평닭무스, 간장생선조림무스, 관자새우크림무스, 짜장무스, 커피양갱, 녹차양갱, 초코양갱)
4. 2주간의 섭취가 끝나면 설문지 정보 기입 및 악력 측정 평가

(2) 참여기간 및 장소

- 일산재활복음병원 6층 재활치료실 설문 작성 및 악력 측정 (12/4, 12/19 이틀 진행)
- 2023년 12월 4일부터 18일, 2주 동안 기존 식사 장소에서 무스 반찬만 추가하여 동일하게 식사 진행

연구참여로 발생할 수 있는 위험과 이익

- 연구참여 시 소정의 사례비가 지급될 것이며, 개인정보(나이, 성별, 신장, 체중, 음주/흡연력, 현재 앓고 있는 질병의 특이사항, 치아상태, 과거 폐렴/당뇨/심혈관계질환 여부)가 수집됩니다. 수집된 개인 정보는 암호화하여 보관되며 3년이 지나면 즉시 폐기되므로 직접적인 위험은 없습니다.
- 신체 평가는 악력만 측정하기 때문에 큰 위험은 없으나, 참가자의 연령이 높기 때문에 모든 평가 순간에 병원 관계자가 대기할 것입니다.

기타 사항

문의사항은 한양대학교 식품영양학과 조리과학/식품화학 연구실
전혜지 연구원 (010-3260-6808) 으로 연락해주세요.
연구책임자: 한양대학교 식품영양학과 신원선 교수



자격요건 및 지원방법

(1) 임상적 영양평가 선정기준

- 연하 곤란을 겪는 사람
- 연하도움식을 섭취하고 있는 사람

(2) 제외기준

- 새우, 복숭아 등 식품 알레르기가 있는 사람
- 중증도의 인지장애를 진단받은 사람
- 최근 흡인성 폐렴으로 치료받은 병력이 있는 사람

[지원방법 및 참여동의 관련]

전혜지 연구원 (010-3260-6808)으로 성함, 나이, 참여할 날짜 및 시간을 문자로 전송합니다.

연구 참여에 대해 자발적으로 동의하거나 그만둘 수 있습니다. 그러나 만약 연구 참여에 대한 동의를 중도 포기한다면 사례비는 지급되지 않습니다. 그러나 연구 참여 도중 본인이 동의의사가 있음에도 주치의의 진단에 따라 연하식을 섭취할 수 없을 경우에는 사례비의 50%를 지급합니다.

[임상적 영양평가 모집공고문]

- 영양밀도 제품을 섭취한 후, 수분 및 영양상태 판정

- 연구대상자들은 (주)신세계푸드의 연하무스식 8종을 점심에 1종, 저녁에 1종 섭취함.
- 제품을 섭취하기 전 일산복음재활병원 6층 물리치료실에서 병원 소속 작업치료사와 함께 악력과 체중을 측정하였고, 참여연구원들이 병원에 방문하여 한국영양학회에서 제공하는 영양지수 설문(NQ), 수분 섭취, 치아상태, 우울, 삼킴, 저작에 대한 설문을 진행하였음.
- 연구를 진행하는 모든 순간에 병원 관계자들과 동행하였으며 2주 간 무스를 섭취하는 기간이 끝나고 2주 전 실시했던 설문과 측정을 동일하게 진행하였음.

BCAA 강화 무스의 임상 평가 설문지(섭취 전)

나이: 성별:

치아상태

1. 귀하의 치아는 아래의 보기 중 어떤 상태이십니까?

| | | | | | |
|------|-------------------|------|------------------------------|---------------------|----|
| ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| 자연치아 | 자연치아 + 부분틀니 | 전체틀니 | 자연치아 + 임플란트 (개) | 일부 소실 (개) | 기타 |

2. 저작 및 연하기능 문진

| 번호 | 항상 그렇다(3), 자주 그렇다(2), 가끔 그렇다(1), 전혀 그렇지 않다(0) | 문항 | | | |
|--------------|---|----|---|---|---|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 나는 저작기능 또는 삼킴기능에 문제가 있다고 느낀다. | | | | |
| 2 | 나는 저작 또는 삼킴 문제 때문에 특정 음식을 피한다. | | | | |
| 3 | 원하는 것을 먹을 수 없기 때문에 우울하다. | | | | |
| 4 | 예전만큼 먹는 것을 즐기지 않는다. | | | | |
| 5 | 삼키려 해도 음식물이 목에 걸려서 안 넘어간다. | | | | |
| 6 | 물이나 밥을 삼킬 때 사래가 들러거나 기침을 한다. | | | | |
| 7 | 삼킨 후에도 음식물이 입안이나 목에 남아 있는 것 같다. | | | | |
| 8 | 식사 도중 음식물이 내려가도록 하기 위해 액체를 마셔야 한다. | | | | |
| 총 합계 (점수) | | | | | |

2

3. 노인(만 65세 이상) 영양지수(NQ)

노인(만 65세 이상) 영양지수 조사지

▶ 본 조사는 귀하의 영양상태와 식생활을 간단하게 평가하기 위한 영양지수 계산에 사용될 것입니다. 가정에서는 물론, 단체 급식이나 조리에서 조식은 것도 모두 포함해서 실제 주식이 됩니다.

| | |
|---|--|
| <p>1. 귀하는 과일을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 2주일에 1번 이하 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1번 ⑤ 하루에 2번 이상</p> | <p>2. 귀하는 우유 또는 유제품(치즈, 요구르트 등)을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 2주일에 1번 이하 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1번 ⑤ 하루에 2번 이상</p> |
| <p>3. 귀하는 생선이나 조개류(오징어, 굴, 새우 및 홍합)를 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 2주일에 1번 ③ 일주일에 1-3번 ④ 일주일에 4-6번 ⑤ 하루에 1번 이상</p> | <p>4. 귀하는 달걀(계란)을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 2주일에 1번 ③ 일주일에 1-3번 ④ 일주일에 4-6번 ⑤ 하루에 1번 이상</p> |
| <p>5. 귀하는 콩이나 두부(두유 포함)를 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 2주일에 1번 이하 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1번 ⑤ 하루에 2번 이상</p> | <p>6. 귀하는 견과류(호두, 잣, 아몬드 등)를 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 2주일에 1번 ③ 일주일에 1-3번 ④ 일주일에 4-6번 ⑤ 하루에 1번 이상</p> |
| <p>7. 귀하는 전곡이나 갈곡류(현미밥, 갈곡밥, 통밀빵 등)를 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1번 ⑤ 하루에 2번 이상</p> | <p>8. 귀하는 하루에 물을 얼마나 자주 마십니까?</p> <p>① 거의 마시지 않는다 ② 하루에 1-3잔 ③ 하루에 3-4잔 ④ 하루에 4-5잔 ⑤ 하루에 5-6잔 이상</p> |

3

| | |
|---|---|
| <p>9. 귀하는 빈스팸, 가래유, 강정, 사발 등 흰 빵이 많이 들어있는 간식을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1-2번 ⑤ 하루에 3번 이상</p> | <p>10. 귀하는 기름진 빵(보통기, 생크림빵 등)이나 스낵 과자류(감자칩, 크루아통 등)을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 2주일에 1번 ③ 일주일에 1-3번 ④ 일주일에 4-6번 ⑤ 하루에 1번 이상</p> |
| <p>11. 귀하는 평소 건강에 좋은 식생활을 하고 노력하십니까?</p> <p>① 전혀 노력하지 않는다 ② 노력하지 않는 편이다 ③ 보통이다 ④ 노력하는 편이다 ⑤ 매우 노력한다</p> | <p>12. 귀하는 (가공)식품을 구입할 때 유통기한이나 영양표시를 확인하십니까?</p> <p>① 전혀 확인하지 않는다 ② 확인하지 않는 편이다 ③ 보통이다 ④ 확인하는 편이다 ⑤ 항상 확인한다</p> |
| <p>13. 귀하는 술을 마시기 전에 술을 킷음이 있습니까?</p> <p>① 전혀 킷지 않는다 ② 킷지 않는 편이다 ③ 보통이다 ④ 킷는 편이다 ⑤ 항상 킷는다</p> | <p>14. 귀하는 현재 치아, 결막, 청각 등의 문제로 음식을 씹는 것이 어느 정도 불편하십니까?</p> <p>① 매우 불편하다 ② 불편한 편이다 ③ 그저 그렇다 ④ 별로 불편하지 않다 ⑤ 전혀 불편하지 않다</p> |
| <p>15. 귀하는 평소 우울함을 어느 정도로 느끼십니까?</p> <p>① 항상 느낀다 ② 느끼는 편이다 ③ 보통이다 ④ 느끼지 않는 편이다 ⑤ 전혀 느끼지 않는다</p> | <p>16. 귀하는 잘 잠을 자는 편입니까?</p> <p>① 매우 잘 잔다 ② 잘 자는 편이다 ③ 보통이다 ④ 잘 자는 편이다 ⑤ 매우 잘 잔다</p> |

4

| | |
|--|---|
| <p>17. 귀하는 문헌이 생각하기에 얼마나 건강하다고 생각하십니까?</p> <p>① 전혀 건강하지 않다 ② 건강하지 않은 편이다 ③ 보통이다 ④ 건강한 편이다 ⑤ 매우 건강하다</p> | <p>18. 귀하는 한 번 최소할 때 걸음을 제외한 계승을 몇 가지 드십니까?</p> <p>① 거의 먹지 않는다 ② 1가지 ③ 2가지 ④ 3가지 ⑤ 4가지 이상</p> |
| <p>19. 귀하는 평소 한 끼 국물음식(미역, 해물탕, 찌개, 국물, 죽 등)을 얼마나 자주 드십니까?</p> <p>① 2주일에 1번 이하 ② 일주일에 1-3번 ③ 일주일에 4-6번 ④ 하루에 1번 ⑤ 하루에 2번 이상</p> | <p>20. 하루에 30분 이상의 운동을 얼마나 자주 하십니까?</p> <p>① 거의 하지 않는다 ② 일주일에 1-2번 ③ 일주일에 3-4번 ④ 일주일에 5-6번 ⑤ 매일</p> |

* 18, 19, 20번은 참고용 문항
* 참고용 문항이면? 영양지수 평가문항에 포함되지 않으나, 영양교육이나 상담 시 참고할 수 있는 문항입니다.

▶ 일반 사항

| | |
|----------------------|-------------|
| D1 성별은? | D2 만 나이는? |
| ① 남자 ② 여자 | 만 세 |
| D3 키는? | D4 몸무게는? |
| _____ cm | _____ kg |

- 평가에 응해주셔서 감사합니다. 고생 많으셨습니다 ♥-

[임상적 영양평가 평가문항지 (계속)]

4. 인터뷰 질문

㉠ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 기분의 변화가 있습니까?

㉡ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 식사 양의 변화가 있습니까?

㉢ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 실험 전보다 식욕이 생겼습니까?

10

㉣ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 몸의 변화가 있습니까?

㉤ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 몸에 힘/기력이 생겼습니까?

㉥ BCAA 강화 무스를 섭취한 후, 다른 변화가 있다면 적어주세요.

11

[임상적 영양평가 평가문항]



[일산복음재활병원에서의 임상적 영양평가]

- 자료 분석과 통계처리

- 8종의 무스를 2주간 섭취하기 전후 연구대상자의 각 평가항목 (체중, 악력, 한국영양학회 영양지수 검사 (NQ), 수분 섭취, 우울, 삼킴, 저작 문항) 점수를 t-test 방법을 사용하여 평균의 차이가 있는지 SPSS software 27.0을 사용하여 통계분석 하였음.

○ 임상적 영양 평가 연구 결과 및 고찰

- 시제품 시료의 영양분석: 연하식사구성 및 영양성분 분석(한국영양학회 CAN-Pro)

- (주)신세계푸드에서 제공받은 연하무스식 8종 (간장찜닭무스, 간장생선무스, 관자새우크림무스, 된장맥적구이무스, 짜장무스, 녹차양갱, 커피양갱, 초코양갱)을 한국영양학회에서 개발한 프로그램인 CAN-Pro 5.0 (Web ver.) 전문가용을 이용하여 영양성분을 분석함. 또한 해당 데이터를 바탕으로 병원 환자들이 섭취할 수 있는 연하식사 및 식단을 구성함. 아래 식단은 임상적 영양평가 시에도 이용됨.

| | |
|---|---|
| <p>2023년 12월 4일 월요일</p> <ul style="list-style-type: none"> *단호박죽 * 콩나물국 * 간장생선조림(무스식) * 새송이버섯볶음 * 깻순나물 * 초코양갱 | <p>2023년 12월 11일 월요일</p> <ul style="list-style-type: none"> *단호박죽 * 샤브국 * 간장생선조림(무스식) * 도토리묵야채무침 * 동글어묵볶음 * 커피양갱 |
| <p>2023년 12월 5일 화요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 육개장 * 된장맥적구이(무스식) * 돌자반 * 우엉채조림 * 녹차양갱 | <p>2023년 12월 12일 화요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 육개장 * 된장맥적구이(무스식) * 단호박범벅(단호박+고구마) * 상추겉절이 * 초코양갱 |
| <p>2023년 12월 6일 수요일</p> <ul style="list-style-type: none"> *소고기야채죽 * 미역국 * 간장찜닭(무스식) * 탕평채 * 부추겉절이 * 커피양갱 | <p>2023년 12월 13일 수요일</p> <ul style="list-style-type: none"> *소고기야채죽 * 마지락콩나물국 * 간장찜닭(무스식) * 양배추된장무침 * 오이무침 * 녹차양갱 |
| <p>2023년 12월 7일 목요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 김치콩나물국 * 짜장(무스식) * 건취나물볶음 * 도라지무침 * 초코양갱 | <p>2023년 12월 14일 목요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 호박유부국 * 짜장(무스식) * 어묵볶음 * 쫄깃단무지무침 * 커피양갱 |
| <p>2023년 12월 8일 금요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 홍합무국 * 관자새우(무스식) * 잔멸치캐슈넛볶음 * 참나물겉절이 * 녹차양갱 | <p>2023년 12월 15일 금요일</p> <ul style="list-style-type: none"> * 부대찌개 * 관자새우(무스식) * 청경채겉절이 * 크랜베리우영조림 * 초코양갱 |

[신세계 무스 8종이 포함된 연하근란 환자를 위한 식단 구성 (점심)]

- 맞춤형으로 개발된 식단은 환자의 식욕을 개선할 수 있음. 맛있고 다양한 음식을 통해 식욕을 자극하고 식사 다양성을 높일 수 있음.
- 영양성분 분석 결과 임상적 영양평가 시 연하근란 환자들이 해당 식단을 섭취하여 충분한 양의 아미노산을 섭취한 것으로 보임. (총 아미노산, 무스 제외 점심 1끼 기준 7,404mg ~ 26,482mg 이상)
- 1일 단백질 권장 섭취량 (50세 이상 남성 60g, 여성 50g)을 고려했을 때, 단백질 섭취량 또한 충족시킬 수 있을 것으로 보임.

[식단에 대한 영양성분 분석결과 (점심)]

| | 12/4 월요일 | 12/5 화요일 | 12/6 수요일 | 12/7 목요일 | 12/8 금요일 |
|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 에너지(kcal) | 504.31 | 528.46 | 738.04 | 507.79 | 420.68 |
| 탄수화물(g) | 83.56 | 42.02 | 114.90 | 80.31 | 49.59 |
| 지질(g) | 12.23 | 27.26 | 14.78 | 13.03 | 15.23 |
| 단백질(g) | 20.28 | 29.99 | 34.84 | 29.70 | 22.77 |
| 총 식이섬유(g) | 11.18 | 6.55 | 7.27 | 28.66 | 4.37 |
| 수분(g) | 252.51 | 209.64 | 275.56 | 177.82 | 185.46 |
| 나트륨(mg) | 1,901.38 | 1,879.45 | 2,743.76 | 1139.87 | 1,657.26 |
| 총 아미노산(mg) | 11,969.32 | 16,882.49 | 9,579.70 | 7404.64 | 9,721.14 |
| 이소루신(mg) | 504.24 | 721.20 | 537.52 | 279.67 | 391.92 |
| 루신(mg) | 897.28 | 1,363.05 | 879.31 | 468.07 | 731.40 |
| 발린(mg) | 646.42 | 814.92 | 761.97 | 307.52 | 484.97 |

| | 12/11 월요일 | 12/12 화요일 | 12/13 수요일 | 12/14 목요일 | 12/15 금요일 |
|------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| 에너지(kcal) | 1,029.50 | 701.03 | 699.56 | 461.97 | 616.44 |
| 탄수화물(g) | 127.19 | 58.76 | 117.53 | 55.18 | 72.93 |
| 지질(g) | 39.79 | 40.53 | 13.27 | 17.31 | 23.36 |
| 단백질(g) | 39.60 | 29.51 | 27.91 | 20.74 | 31.48 |
| 총 식이섬유(g) | 11.24 | 10.03 | 8.42 | 4.14 | 9.29 |
| 수분(g) | 739.20 | 316.60 | 321.66 | 197.71 | 248.39 |
| 나트륨(mg) | 3,357.30 | 1,963.88 | 2,486.84 | 1,789.19 | 2,888.61 |
| 총 아미노산(mg) | 26,482.66 | 17,787.21 | 13,540.46 | 14,425.89 | 18,970.54 |
| 이소루신(mg) | 1,414.56 | 882.66 | 892.91 | 681.92 | 938.47 |
| 루신(mg) | 1,213.20 | 762.64 | 654.54 | 626.36 | 810.74 |
| 발린(mg) | 2,076.39 | 1,414.80 | 1,044.67 | 1,115.84 | 1,458.80 |

[식단에 대한 영양성분 분석결과 (메뉴별)]

| 12.04 월요일 | 단호박죽 | 콩나물국 | 새송이버섯볶음 | 갯순나물 | 간장생선 조림무스 | 초코양갱 |
|------------|----------|----------|---------|----------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 196.45 | 60.98 | 46.48 | 57.37 | 22.22 | 65.37 |
| 탄수화물(g) | 44.36 | 3.66 | 4.09 | 7.40 | 2.53 | 12.56 |
| 지질(g) | 0.55 | 3.38 | 3.50 | 2.25 | 0.44 | 1.12 |
| 단백질(g) | 3.62 | 5.60 | 1.28 | 3.80 | 2.05 | 1.27 |
| 총 식이섬유(g) | 3.52 | 1.49 | 1.84 | 4.33 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 45.77 | 77.34 | 59.59 | 69.80 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 337.07 | 576.47 | 147.37 | 468.31 | 183.84 | 5.39 |
| 총 아미노산(mg) | 2,938.60 | 5,228.63 | 924.83 | 2,877.26 | - | - |
| 이소루신(mg) | 143.60 | 201.05 | 39.34 | 120.25 | - | - |
| 루신(mg) | 268.00 | 307.20 | 68.07 | 254.01 | - | - |
| 발린(mg) | 184.95 | 251.98 | 48.45 | 161.04 | - | - |

| 12.05 화요일 | 육개장 | 돌자반 | 우엉채조림 | 된장맥적 구이무스 | 녹차양갱 |
|------------|-----------|--------|----------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 284.26 | 12.47 | 69.49 | 33.71 | 62.44 |
| 탄수화물(g) | 9.94 | 0.74 | 8.68 | 1.67 | 12.81 |
| 지질(g) | 19.70 | 1.05 | 3.28 | 1.17 | 0.59 |
| 단백질(g) | 17.44 | 0.20 | 1.55 | 4.13 | 1.48 |
| 총 식이섬유(g) | 4.89 | 0.01 | 1.32 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 181.62 | 0.06 | 28.31 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 801.08 | 167.99 | 616.31 | 142.68 | 7.73 |
| 총 아미노산(mg) | 15,520.85 | 21.61 | 1,008.68 | - | - |
| 이소루신(mg) | 669.51 | 0.78 | 39.21 | - | - |
| 루신(mg) | 1,270.16 | 1.55 | 65.84 | - | - |
| 발린(mg) | 759.02 | 0.99 | 39.02 | - | - |

| 12.06 수요일 | 소고기 야채죽 | 미역국 | 탕평채 | 부추겉절이 | 간장찜닭 무스 | 커피양갱 |
|------------|------------|--------|----------|--------|------------|-------|
| 에너지(kcal) | 368.46 | 71.00 | 81.39 | 38.44 | 27.14 | 60.08 |
| 탄수화물(g) | 70.63 | 3.05 | 10.90 | 6.97 | 2.67 | 12.53 |
| 지질(g) | 4.21 | 2.75 | 2.50 | 1.03 | 0.47 | 0.53 |
| 단백질(g) | 9.44 | 9.71 | 4.10 | 1.26 | 3.05 | 1.30 |
| 총 식이섬유(g) | 2.43 | 1.83 | 1.47 | 1.65 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 97.83 | 5.14 | 135.76 | 46.18 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 73.43 | 974.90 | 897.88 | 533.25 | 127.88 | 7.53 |
| 총 아미노산(mg) | 5,258.08 | 999.70 | 2,691.43 | 669.49 | - | - |
| 이소루신(mg) | 344.81 | 44.74 | 121.50 | 27.93 | - | - |
| 루신(mg) | 553.71 | 80.69 | 200.29 | 46.92 | - | - |
| 발린(mg) | 539.94 | 58.02 | 132.08 | 33.84 | - | - |

| 12.07 목요일 | 김치 콩나물국 | 건취나물 볶음 | 도라지무침 | 짜장무스 | 초코양갱 |
|------------|------------|------------|--------|-------|-------|
| 에너지(kcal) | 66.82 | 240.90 | 51.65 | 24.94 | 65.37 |
| 탄수화물(g) | 6.25 | 39.28 | 10.77 | 2.52 | 12.56 |
| 지질(g) | 2.01 | 6.58 | 0.65 | 1.06 | 1.12 |
| 단백질(g) | 7.10 | 16.50 | 1.56 | 1.33 | 1.27 |
| 총 식이섬유(g) | 3.34 | 22.83 | 2.49 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 107.62 | 23.41 | 46.79 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 471.49 | 274.43 | 195.03 | 96.34 | 5.39 |
| 총 아미노산(mg) | 5,892.71 | 649.63 | 862.30 | - | - |
| 이소루신(mg) | 232.74 | 23.97 | 22.97 | - | - |
| 루신(mg) | 380.69 | 44.62 | 42.76 | - | - |
| 발린(mg) | 248.80 | 27.54 | 31.18 | - | - |

| 12.08 금요일 | 홍합무국 | 잔멸치 캐슈넛볶음 | 참나물 겉절이 | 관자새우 크림무스 | 녹차양갱 |
|------------|--------|--------------|------------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 69.90 | 157.28 | 56.16 | 21.58 | 62.44 |
| 탄수화물(g) | 3.74 | 12.49 | 9.66 | 2.17 | 12.81 |
| 지질(g) | 2.64 | 8.39 | 1.39 | 0.96 | 0.59 |
| 단백질(g) | 7.43 | 8.86 | 2.16 | 1.05 | 1.48 |
| 총 식이섬유(g) | 0.54 | 0.91 | 2.92 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 79.45 | 12.35 | 93.67 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 499.15 | 707.48 | 266.60 | 87.04 | 7.73 |
| 총 아미노산(mg) | 375.40 | 8,355.51 | 990.23 | - | - |
| 이소루신(mg) | 12.34 | 343.11 | 36.47 | - | - |
| 루신(mg) | 20.14 | 637.36 | 73.90 | - | - |
| 발린(mg) | 17.92 | 417.69 | 49.36 | - | - |

| 12.11 월요일 | 단호박죽 | 샤브국 | 도토리묵 야채무침 | 어묵볶음 | 간장생선 조림무스 | 커피양갱 |
|------------|----------|-----------|--------------|----------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 196.45 | 388.03 | 130.39 | 161.14 | 22.22 | 60.08 |
| 탄수화물(g) | 44.36 | 8.26 | 27.46 | 18.26 | 2.53 | 12.53 |
| 지질(g) | 0.55 | 30.18 | 1.54 | 6.17 | 0.44 | 0.53 |
| 단백질(g) | 3.62 | 19.52 | 2.36 | 8.43 | 2.05 | 1.30 |
| 총 식이섬유(g) | 3.52 | 2.67 | 3.65 | 1.40 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 45.77 | 377.68 | 226.20 | 89.54 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 337.07 | 1,147.11 | 715.55 | 866.76 | 183.84 | 7.53 |
| 총 아미노산(mg) | 2,938.60 | 13,958.75 | 1,658.39 | 7,926.92 | - | - |
| 이소루신(mg) | 143.60 | 663.86 | 64.93 | 340.81 | - | - |
| 루신(mg) | 268.00 | 1098.86 | 113.59 | 595.94 | - | - |
| 발린(mg) | 184.95 | 789.17 | 80.62 | 359.82 | - | - |

| 12.12 화요일 | 육개장 | 단호박범벅 | 상추겉절이 | 된장맥적 구이무스 | 초코양갱 |
|------------|-----------|--------|----------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 284.26 | 190.70 | 44.80 | 33.71 | 65.37 |
| 탄수화물(g) | 9.94 | 14.61 | 6.58 | 1.67 | 12.56 |
| 지질(g) | 19.70 | 15.33 | 1.51 | 1.17 | 1.12 |
| 단백질(g) | 17.44 | 1.26 | 2.10 | 4.13 | 1.27 |
| 총 식이섬유(g) | 4.89 | 2.59 | 2.54 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 181.62 | 58.82 | 76.16 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 801.08 | 117.00 | 821.00 | 142.68 | 5.39 |
| 총 아미노산(mg) | 15,520.85 | 701.76 | 1,564.59 | - | - |
| 이소루신(mg) | 669.51 | 32.12 | 61.01 | - | - |
| 루신(mg) | 1,270.16 | 46.03 | 98.61 | - | - |
| 발린(mg) | 759.02 | 44.16 | 79.48 | - | - |

| 12.13 수요일 | 소고기 야채죽 | 바지락 콩나물국 | 양배추 된장무침 | 오이무침 | 간장찜닭 무스 | 녹차양갱 |
|------------|------------|-------------|-------------|----------|------------|-------|
| 에너지(kcal) | 368.46 | 57.89 | 77.01 | 30.60 | 27.14 | 62.44 |
| 탄수화물(g) | 70.63 | 4.31 | 7.55 | 5.41 | 2.67 | 12.81 |
| 지질(g) | 4.21 | 2.78 | 3.88 | 0.51 | 0.47 | 0.59 |
| 단백질(g) | 9.44 | 4.82 | 4.26 | 1.86 | 3.05 | 1.48 |
| 총 식이섬유(g) | 2.43 | 1.29 | 3.06 | 1.64 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 97.83 | 75.21 | 76.99 | 71.63 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 73.43 | 574.01 | 1,036.41 | 595.73 | 127.88 | 7.73 |
| 총 아미노산(mg) | 5,258.08 | 3,480.78 | 3,397.93 | 1,403.67 | - | - |
| 이소루신(mg) | 344.81 | 131.96 | 122.01 | 55.75 | - | - |
| 루신(mg) | 553.71 | 161.60 | 235.88 | 93.48 | - | - |
| 발린(mg) | 539.94 | 136.42 | 149.73 | 66.82 | - | - |

| 12.14 목요일 | 호박유부국 | 어묵볶음 | 쫄깃단무지 무침 | 짜장무스 | 커피양갱 |
|------------|----------|----------|-------------|-------|-------|
| 에너지(kcal) | 119.39 | 161.14 | 23.88 | 24.94 | 60.08 |
| 탄수화물(g) | 4.01 | 18.26 | 4.08 | 2.52 | 12.53 |
| 지질(g) | 8.18 | 6.17 | 0.68 | 1.06 | 0.53 |
| 단백질(g) | 7.16 | 8.43 | 0.57 | 1.33 | 1.30 |
| 총 식이섬유(g) | 1.28 | 1.40 | 1.47 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 64.32 | 89.54 | 43.85 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 507.86 | 866.76 | 255.01 | 96.34 | 7.53 |
| 총 아미노산(mg) | 6,223.92 | 7,926.92 | 275.05 | - | - |
| 이소루신(mg) | 276.70 | 340.81 | 8.85 | - | - |
| 루신(mg) | 503.86 | 595.94 | 16.04 | - | - |
| 발린(mg) | 310.17 | 359.82 | 11.93 | - | - |

| 12.15 금요일 | 부대찌개 | 청경채 겉절이 | 크랜베리 우영조림 | 관자새우 크림무스 | 초코양갱 |
|------------|-----------|------------|--------------|--------------|-------|
| 에너지(kcal) | 329.21 | 42.40 | 81.74 | 21.58 | 65.37 |
| 탄수화물(g) | 26.32 | 6.03 | 12.21 | 2.17 | 12.56 |
| 지질(g) | 14.89 | 1.47 | 3.31 | 0.96 | 1.12 |
| 단백질(g) | 23.84 | 2.10 | 1.43 | 1.05 | 1.27 |
| 총 식이섬유(g) | 5.55 | 2.36 | 1.37 | 0.00 | 0.00 |
| 수분(g) | 146.40 | 77.06 | 24.93 | 0.00 | 0.00 |
| 나트륨(mg) | 1,306.28 | 824.90 | 616.11 | 87.04 | 5.39 |
| 총 아미노산(mg) | 16,515.01 | 1,507.30 | 948.23 | - | - |
| 이소루신(mg) | 717.66 | 55.31 | 37.76 | - | - |
| 루신(mg) | 1,305.75 | 89.61 | 63.44 | - | - |
| 발린(mg) | 827.57 | 72.58 | 38.32 | - | - |

- 영양밀도 제품을 섭취한 후, 수분 및 영양상태 판정 (일산복음병원과 협업)

- 사전평가의 경우 총 17명의 연구대상자가 참여했으나 2명이 병원에서 퇴원하는 관계로 중도에 연구를 중단하였음. 하지만 사전에 탈락률 10%를 설정하고 연구를 시작하였기 때문에 효과크기 검증에서 연구대상자 수에 대한 문제는 없음. 결과적으로 총 15명의 연구대상자가 임상적 영양평가에 참여함.

[임상적 영양평가 평가결과]

| 평가 항목 | 섭취 전 | 섭취 후 | p-value |
|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| NQ 균형 | 20.54 ± 12.08 | 21.42 ± 12.27 | Not Significant |
| NQ 절제 | 91.35 ± 24.80 | 91.52 ± 23.42 | Not Significant |
| NQ 실천 | 31.81 ± 17.99 | 37.61 ± 18.14 | p < 0.01 |
| NQ 섭취 | 31.56 ± 10.40 | 34.10 ± 10.46 | p < 0.01 |
| 치아상태 | 3.94 ± 02.28 | 3.41 ± 02.37 | Not Significant |
| 저작능력 | 2.71 ± 00.77 | 2.59 ± 00.80 | Not Significant |
| 특정음식 기피정도 | 2.29 ± 01.21 | 2.41 ± 01.06 | Not Significant |
| 우울정도 | 1.76 ± 01.20 | 1.06 ± 00.97 | p < 0.05 |
| 먹을 것을 즐기는 정도 | 1.29 ± 01.21 | 1.06 ± 01.20 | Not Significant |
| 목 걸림 빈도 | 1.88 ± 01.36 | 1.82 ± 01.24 | Not Significant |
| 사래 및 기침 빈도 | 2.29 ± 01.05 | 2.35 ± 01.00 | Not Significant |
| 목 잔여감 정도 | 1.88 ± 01.36 | 2.00 ± 01.32 | Not Significant |
| 액체 섭취 정도 | 1.71 ± 01.26 | 2.59 ± 00.51 | p < 0.01 |
| NQ제외 종합 | 15.82 ± 07.32 | 15.88 ± 06.00 | Not Significant |
| 오른손 악력 | 7.12 ± 08.36 | 5.52 ± 07.09 | Not Significant |
| 왼손 악력 | 6.70 ± 06.47 | 6.87 ± 07.14 | Not Significant |

- 임상적 영양평가에서는 NQ실천, NQ섭취, 그리고 우울점수, 액체 섭취 점수에서 유의한 차이를 보였음. 특히 연구대상자들의 우울점수가 낮아진 점과 액체 섭취 정도가 높아진 것은 긍정적인 결과로 사료됨.
- 제한된 식단과 한정된 메뉴 선택지 안에서 식사를 오랜 기간 섭취하던 연구대상자들은 새로운 8종의 무스를 접하며 관심을 보였고, 단조로운 병원생활에서 잠시 새로운 경험을 하여 우울 정도가 개선된 것으로 예상됨. 연구를 위해 참여연구원들이 정기적으로 방문한 것 또한 해당 결과에 영향을 끼쳤을 가능성이 있음.
- 게다가 액체 섭취 정도가 높아진 것은 평소 삼킴의 어려움으로 인해 수분 섭취가 중요했던 연구대상자들에게 중요한 결과로 보임.
- 수 개월에서 수 년, 장기간 영양강화 무스를 섭취한 것은 아니었기 때문에 신체적인 변화 등 다른 변화를 관찰할 수 없었다는 한계점이 있음.

○ 영양밀도가 개선된 연하식의 기호도 (선호도) 평가

- 연구대상자 선정 기준

- 만 65세 이상의 고령자

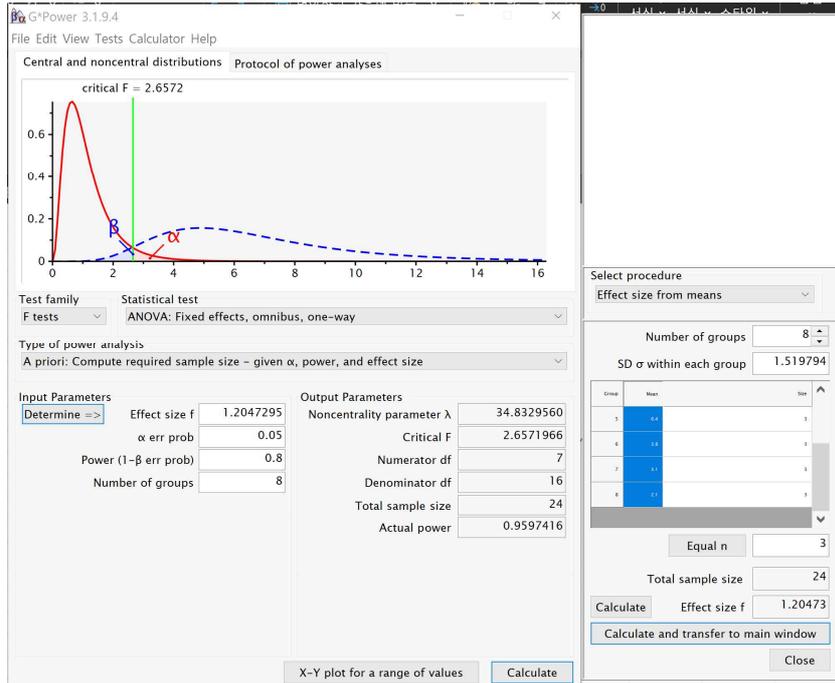
- 연구대상자 제외 기준

- 아래의 경우 중 하나라도 해당한다면 연구대상자에서 제외함.
- 새우, 복숭아 등 식품 알레르기가 있는 사람
- 중등도의 인지장애를 진단받은 사람
- 최근 흡인성 폐렴으로 치료받은 병력이 있는 사람

- 연구대상자 산출 근거

- 선행연구(Elmore, J. R. et al., 1999) Preference mapping: relating acceptance of

“creaminess” to a descriptive sensory map of a semi-solid. Food Quality and Preference, 10(6), 465-475.에서 평균과 표준편차 값을 이용하여 G-Power 프로그램에 적용 후 필요로 하는 최소 연구대상자 수를 24명으로 산출하였음. 10%의 탈락률을 적용하며 목표 피험자수는 27명으로 예상함. 본 연구는 한양대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였음 (HYUIRB-202311-031).



[G-Power 결과]

- 연구대상자 모집

· 일산복음재활병원 원내 게시판에 광고문을 부착하여 연구대상자의 자발적인 참여를 유도하였음. 광고문을 보고 연구에 관심이 있고, 대상자 선정기준에 부합할 시 연구에 대한 설명을 진행하였으며, 본인의 자유 의사에 의해 동의서를 작성하였음.



연하장애 환자를 위한 BCAA(분지아미노산)가 강화된
연하식용 무스의 임상적 영양평가 및 관능적 특성 평가
**관능적 특성평가
연구대상자 모집**

모집기간
2023년 12월 3일 까지 상시 모집
예상 대상자 수: 27명

연구방법
(1) 절차
1. 동의서 서명 및 설문지 정보 기입
2. 무스 8종 시식(분장액류/구미무스, 간장병통무스, 간장생선조림무스, 관동새우크림무스, 짜장무스, 커 피망냉 녹차양갱 초코양갱)
3. 무스의 단맛, 짠맛, 향 등의 좋고 싫음을 평가

(2) 참여기간 및 장소
- 일산재활복음병원 6층 재활치료실
- 12월 4일-19일 중 1일 1시간 소요 예상

연구참여로 발생할 수 있는 위험과 이익
- 연구참여 시 소정의 사례비가 지급될 것이며, 개인정보(나이, 성별)가 수집됩니다. 수집된 개인정보는 암호화하여 보관되며 3년이 지나면 즉시 폐기되므로 직접적인 위험은 없습니다.
- 참가자의 연령이 높기 때문에 모든 평가 순간에 병원 관계자가 대기할 것입니다.

기타 사항
문의사항은 한양대학교 식품영양학과 조리과학/ 식품화학 연구실
전해지 연구원 (010-3260-6808) 으로 연락해주세요.
연구책임자: 한양대학교 식품영양학과 신원선 교수

자격요건 및 지원방법

(1) 관능적 특성 평가 선정기준
- 만 65세 이상의 고령자

(2) 제외기준 (공통)
- 새우, 복숭아 등 식품 알레르기가 있는 사람
- 중증도의 인지장애를 진단받은 사람
- 최근 흡인성 폐렴으로 치료받은 병력이 있는 사람

[지원방법]
전해지 연구원 (010-3260-6808)으로 성함, 나이, 참여할 날짜 및 시간을 문자로 전송합니다.





[무스 8종에 대한 기호도평가 진행 모습]

- 자료 분석과 통계처리

· BCAA 첨가한 무스 8종(된장맥적구이무스, 간장찜닭무스, 간장생선조림무스, 관자새우크림무스, 짜장무스, 커피양갱, 녹차양갱, 초코양갱)을 각각 섭취한 다음 색상, 짠맛, 감칠맛, 단맛, 향, 부착성, 응집성, 목넘김, 후미, 전체적인 선호도, 구매희망정도 항목을 얼굴 표정이 표시되어있는 15cm 선에 연구대상자가 표시한 부분의 길이를 잰 뒤 9점 척도로 변환하여 결과를 통계처리 하였음. 이후 ANOVA를 이용하여 통계를 진행하고, 각 평가 항목에 대한 평균 차이가 있는지 SPSS software 27.0을 사용하여 결과 분석하였음.

○ 관능 평가 연구 결과 및 고찰

[무스 8종의 관능평가 결과]

| 종류 | 색상 | 짠맛 | 감칠맛 | 풍미 | 부착성 | 응집성 | 목넘김 | 후미 | 선호도 | 구매 희망 |
|--------------|-------------------------|--------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 관자새우 | 6.55 ± | 5.79 ± | 6.00 ± | 5.45 ± | 8.13 ± | 6.66 ± | 8.38 ± | 6.48 ± | 6.38 ± | 6.14 ± |
| 크림무스 | 2.06 ^{ab} | 2.53 | 2.56 ^c | 2.32 ^c | 1.33 ^{ab} | 2.48 ^c | 1.01 ^a | 2.67 ^{abc} | 2.50 ^{ab} | 2.76 ^{bc} |
| 간장생선 | 6.06 ± | 5.45 ± | 6.00 ± | 5.79 ± | 7.48 ± | 6.97 ± | 7.72 ± | 5.79 ± | 6.21 ± | 5.59 ± |
| 조림무스 | 2.94 ^b | 3.12 | 2.96 ^c | 3.05 ^c | 2.04 ^{ab} | 1.84 ^{bc} | 1.65 ^{ab} | 3.13 ^c | 3.03 ^{ab} | 3.17 ^{ab} |
| 간장찜닭 무스 | 6.59±2.73 ^{ab} | 5.72 ± | 6.31 ± | 6.48 ± | 7.37 ± | 6.27 ± | 7.34 ± | 6.03 ± | 6.44 ± | 6.38 ± |
| 된장맥적 구이무스 | 5.83 ± | 5.41 ± | 5.86 ± | 5.93 ± | 7.27 ± | 7.13 ± | 7.06 ± | 5.82 ± | 5.55 ± | 4.93 ± |
| 짜장무스 | 2.65 ^b | 2.97 | 2.74 ^c | 2.60 ^c | 1.90 ^b | 2.12 ^c | 2.10 ^b | 2.83 ^c | 2.61 ^b | 2.85 ^c |
| 녹차양갱 | 6.69 ± | 6.06 ± | 5.93 ± | 5.72 ± | 7.37 ± | 7.17 ± | 7.58 ± | 5.79 ± | 5.37 ± | 5.59 ± |
| 초코양갱 | 2.67 ^{ab} | 2.34 | 2.43 ^c | 2.59 ^c | 1.99 ^{ab} | 1.90 ^{bc} | 1.74 ^{ab} | 2.60 ^c | 2.74 ^b | 2.81 ^b |
| 커피양갱 | 7.72 ± | NS | 7.48 ± | 7.65 ± | 7.93 ± | 8.07 ± | 7.96 ± | 7.48 ± | 7.24 ± | 7.24 ± |
| 초코양갱 | 1.96 ^a | NS | 2.35 ^{ab} | 1.88 ^{ab} | 1.58 ^{ab} | 2.33 ^{bc} | 1.61 ^{ab} | 2.23 ^{ab} | 2.21 ^a | 2.49 ^a |
| 커피양갱 | 7.51 ± | NS | 7.10 ± | 7.34 ± | 7.65 ± | 8.28 ± | 7.93 ± | 6.62 ± | 6.59 ± | 6.62 ± |
| 커피양갱 | 2.13 ^a | NS | 2.77 ^{abc} | 2.39 ^{ab} | 2.19 ^{ab} | 1.58 ^{ab} | 1.83 ^{ab} | 3.11 ^{abc} | 3.05 ^{ab} | 3.05 ^{ab} |
| 커피양갱 | 7.83 ± | NS | 7.86 ± | 8.00 ± | 8.45 ± | 7.19 ± | 8.45 ± | 7.82 ± | 7.69 ± | 7.45 ± |
| F-value | 1.87 ^a | NS | 1.98 ^a | 1.49 ^a | 1.15 ^a | 1.46 ^a | 1.09 ^a | 1.98 ^a | 2.03 ^a | 2.37 ^a |
| F-value | 2.860 | 0.260 | 2.796 | 4.804 ^{***} | 1.563 | 3.256 [.] | 2.317 | 2.462 | 2.517 | 2.733 |

All values are presented by mean±SD. Values with different letters (a-c) within a column differ significantly by Duncan's multiple test (P<0.05). NS: no significant. ***P<0.001, *P<0.05.

· 양갱의 경우 간식류로 짠맛에 대한 문항이 없었기 때문에 통계결과는 나오지 않았음. 무스의 관능적 특성평가에서는 평가하지 않았던 양갱의 짠맛을 제외하고는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 대체적으로 간식류인 양갱 3종의 점수가 높았음.

· 연구대상자들은 양갱 3종의 색상에 가장 높은 점수를 주었으며 커피양갱의 경우 가장 모든 항목에서 가장 높은 점수를 받았음. 다음으로 주찬 5종 무스를 살펴보면 관자새우크림무스는 짠맛과 감칠맛 풍미는 비교적 낮은 점수를 받았으나 부착성, 응집성, 선호도에서 높은 점수를 받았음. 간장

생선조림무스는 부착성 목넘김, 선호도에서 좋은 점수를 받았음.

· 간장찜닭무스의 경우 색상과 부착성의 점수가 다른 무스에 비해 높았으며, 된정맥적구이무스는 감칠맛, 풍미, 목넘김, 후미에서 상대적으로 낮은 점수를 받았다. 짜장무스는 부착성과 목넘김에서 높은 선호 점수를 받았는데, 감칠맛과 후미에서는 통계적으로 비교했을 때 낮은 점수를 받았음.

· 후미와 감칠맛에서 낮은 점수를 받은 시료들의 경우 제조 과정에서 첨가한 BCAA 성분 때문일 것이라 추측됨.

· 비교적 낮은 기호도 점수를 받은 시료라 하더라도 부착성과 응집성에서 전체적으로 평균 7점 이상의 높은 점수를 받았기 때문에 연하장애 환자들이 충분히 섭취할 수 있는 제품이라고 사료됨. 또한 철저히 제한된 식사를 하는 연하장애 환자들에게 새로운 맛을 가진 제품을 제공할 수 있다는 점에서 중요한 결과로 판단됨.

○ 연하식사 섭취 및 식사관리 방법 제공을 위한 교육안 (매뉴얼) 작성

- 제공하는 식사의 온도나 시간, 1회 분량 및 식사 자세 등의 섭취 교육

· 영양밀도가 개선된 연하식의 임상적 영양평가에 참여한 일산복음병원 내 연구대상자와 보호자에게 교육자료를 배포하고 섭취 교육을 진행함.

Hanyang university

연하식 섭취 시 주의해야 할

연하식 섭취방법

식사관리 매뉴얼

| | | | |
|----------------------------------|--|--|---|
| Dysphagia Meal Management Manual | <p>1. 의자에 앉을 때</p> <p>의자 뒤쪽에 엉덩이를 바짝 붙이고 90° 각도가 되도록 허리를 쭉 펴고 똑바로 앉는다.</p> <p>턱은 약간 아래로 향하도록 하고 발은 바닥에 평평하게 놓는다.</p> <p>식사 전후 15~30분간은 앉아 있도록 한다.</p> | | |
| | <p>2. 침대에 누워 있을 때</p> <p>침대의 윗부분을 올리고 베개를 등 뒤로 받쳐 주어 90° 각도를 유지하게 하며 고개는 숙일 수 있도록 한다.</p> <p>만약 몸이 한쪽으로 치우치면 옆구리에 베개를 고여서 중앙에 위치하도록 한다.</p> | | |
| | <p>온도</p> <p>차가운 음식은 인두 만사를 증가시키는 반면, 뜨거운 음식은 식도의 기능을 향상시켜서 음식물의 제거를 돕는다.</p> | <p>식사 시간</p> <p>식사 시간을 30분 이내로 하는 것이 적당하다.</p> <p>길어도 45분을 넘지 않도록 한다.</p> | <p>한입 분량</p> <p>한입 제공량(1회 먹을 수 있는 양)은 고령자의 섭취능력에 맞게한다.</p> <p>한입량은 1티스푼 정도인 3~4ml, 젤리의 경우 4~5g 정도가 적당하다.</p> |

입원 환자 분들은 위 내용을 꼭 숙지하시고 식사 시 유의해주시기 바랍니다.

[일산복음병원 입소환자 및 보호자를 위한 식사관리 교육안]



[섭취 교육을 진행하는 모습]

- 일산복음병원 입소환자들을 위한 입소환자, 영양보호사, 보호자 등의 현장 매뉴얼 (practical manual) 작성

· 연하식사 섭취 교육 진행 시 연구대상자와 보호자에게 교육자료에 대한 의견과 추가로 설명을 희망하는 내용을 반영하여 현장 매뉴얼을 구체적으로 서술하여 제작함.

Hanyang University

환자, 영양보호사, 보호자를 위한

연하식 섭취방법 식사관리 매뉴얼

Dysphagia Meal Management Manual

한양대학교 식품영양학과
조리과학 및 식품화학 연구실

목차

1. 연하도음식
 - 가. 경구섭취의 중요성
 - 나. 연하도음식이란
2. 연하도음식의 분류
 - 가. 국제 연하곤란식 표준화체계 (IDDSI)
 - 나. 대한민국 고령친화식품 한국산업표준 66
 - 다. 식약처 요양기관 활용안
3. 연하도음식의 조리
 - 가. 영양결핍 예방을 위한 조리
 - 나. 연하도음식의 단계별 조리
4. 연하도음식의 제공 및 섭취
 - 가. 점도증진제의 사용 방법
 - 나. 제공하는 식사의 온도 및 분량
 - 다. 식사하는 자세 및 시간

- 1 -

1. 연하도음식이란

가. 경구섭취의 중요성

- 임으로 음식을 섭취하는 데 어려움이 생길 경우 인지 기능에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다는 연구결과.
- 영양부족과 결핍을 예방하고 사람들과 교류할 수 있는 중요한 역할.
- 식사를 하는 동안 자체만으로 근육을 움직이고 육장을 예방할 수 있음.
- 먹는 즐거움이 있는 적절한 영양관리와 식사케어가 있어야만 인간의 원초적인 욕구 충족, 삶의 질 확보.

나. 연하도음식이란

- 전문가의 진단에 의한 환자의 건강상태와 연하 능력 정도에 알맞게 음식의 물성을 조절하여 영양학적 결핍 예방 및 흡인성 폐렴을 예방할 수 있는 식사임.
- 연하도음식은 전체적으로 균질한 질감이 고려되어야 함.
- 연하도음식은 수분이 분리되지 않도록 점도를 조절해야 하고 적절한 음식의 크기와 온도가 고려되어야 함.
- 씹기 편하게, 삼키기 편하기, 구강 점막 등에 달라붙는 부착력은 낮게, 음식이 입안에서 흩어지지 않도록 응집성은 좋게 제공되어야 함.



- 2 -

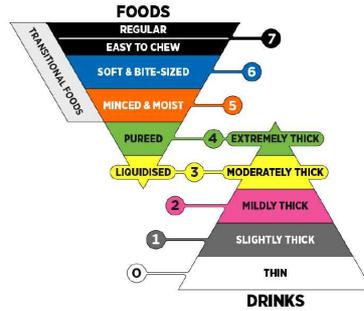
2. 연하도음식의 분류

가. 국제 연하곤란식 표준화체계 (IDDSI)

- 국제 연하장애시 표준화협회의 기준 분류법으로, 가장 널리 알려짐.
- 7단계: 일반식 (Regular, Easy to chew)
- 6단계: 부드럽고 한입 크기 (Soft & Bite-sized)
- 5단계: 다져진 촉촉한 음식 (Minced & Moist)
- 4단계: 걸쭉한 푸레 (Pureed), 많이 걸쭉한 정도 (Extremely thick)
- 3단계: 즙 상태 (Liquidised), 중간 정도 (Moderately thick)
- 2단계: 조금 걸쭉한 정도 (Mildly thick)
- 1단계: 아주 약간 걸쭉한 정도 (Slightly thick)
- 0단계: 묽은 정도 (Thin)

The IDDSI Framework

Providing a common terminology for describing food textures and drink thicknesses to improve safety for individuals with swallowing difficulties.



- 3 -

[일산복음병원 입소환자 및 보호자를 위한 현장 매뉴얼 (계속)]

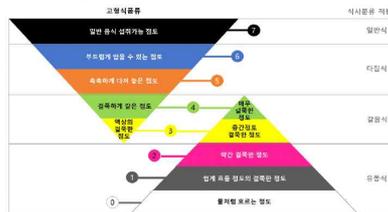
나. 대한민국 고령친화식품 한국산업표준 (KS)

- 고령친화식품: 고령자의 식품 섭취, 소화, 흡수, 대사 등을 돕기 위해 식품의 물성 및 영양 성분 등이 일정 수준을 충족하도록 제조 및 가공한 식품
- 1단계 (치아 섭취): 고령자의 신체적 특성을 고려하여 치아로 씹어서 섭취 가능한 물성을 가지도록 제조한 고령친화식품을 말함.
- 2단계 (잇몸 섭취): 고령자의 신체적 특성을 고려하여 잇몸으로 으개어 섭취 가능한 물성을 가지도록 제조한 고령친화식품을 말함.
- 3단계 (혀로 섭취): 고령자의 신체적 특성을 고려하여 혀로 섭취 가능한 물성을 가지도록 제조한 고령친화식품을 말함.



다. 식약처 영양기관 활용안

- **요동식:** 액상식품류, 물처럼 흐르는 정도 ~ 약간 걸쭉한 정도. 음식 대부분을 갈아서 구성.
- **갈음식:** 액상식품류의 경우 중간정도 걸쭉한 정도 ~ 매우 걸쭉한 정도. 고형식품류의 경우 액상의 걸쭉한 정도 ~ 걸쭉하게 같은 정도. 음식 대부분을 갈아서 구성.
- **다집식:** 고형식품류, 촉촉하게 다져놓은 정도 ~ 부드럽게 씹을 수 있는 정도. 음식 대부분을 곱게 다져거나 부드러운 음식으로 구성.
- **일반식:** 일반음식 섭취가능 정도. 부드럽고 소화되기 쉽게 구성.



- 4 -

3. 연하도음식의 조리

가. 영양결핍 예방을 위한 조리

- 개인이 원하는 식재료와 조리법을 선택하여 영양소를 섭취하도록 하며, 음식의 크기, 질감, 농도, 점도 등의 특성을 맞추어 조절함으로써 필요한 영양소를 확보함.
- 다양한 소스를 활용하여 입맛을 유지하도록 하며, 후각과 시각적 자극으로 식욕을 유도.
- 다양한 색상과 맛으로 갈음식을 제공하도록 노력. 일정한 형태로 제공되는 경우 시각적인 식욕 감소를 방지하기 위해 원재료를 먼저 보여주고 섭취 전에 제거하는 방법을 고려함.
- 체중 감소 예방을 위해 식용유, 버터, 참기름 등의 지방을 활용하거나 꿀, 설탕, 시럽, 분유, 우유 등을 첨가하여 열량을 높이는 방법을 고려하여 조리함.
- 간식으로 활용할 수 있는 다양한 기능성 음료의 점도를 조절하여 칼로리를 보충함.

나. 연하도음식의 단계별 조리

- 연하도음식은 전문가의 진단이 필요하며, 현재 국내에는 연하도음식을 위한 표준이 없기 때문에 IDDSI 기준과 식약처의 계사 요양기관 활용 방안, 그리고 국내 임상영양관리지침서에 기반하여 각 단계별 음식 조리 방법을 참고하여 제공.
- **갈음식:** 음식은 처음 경구로 섭취 가능한 환자를 위한 것으로, 일반적으로 물을 삼킬 수 없는 상태에 해당함. 모든 음식은 갈아서 부드럽게 만들고, 푸레(퓨레) 형태로 제공되며, 점도증진제를 사용하여 각 환자의 연하 능력에 맞게 점도를 조절함. 음료 또한 각 개인의 연하 능력에 맞게 점도를 조절하여 제공함.
- **다즙식:** 맑은 액체를 섭취할 수 없지만 씹기 쉬운 음식이 가능한 환자를 위한 것으로, 으깨거나 촉촉하게 다져 제공함. 큰 덩어리나 딱딱한 음식은 각 환자의 씹기 및 연하 능력에 맞게 부드럽게 다져 제공하며, 음료도 연하 능력에 맞게 점도를 조절하여 제공함.
- **일반식:** 부드러운 질감의 음식을 섭취할 수 있고 모든 액체를 마실 수 있는 환자를 위한 것으로, 거의 정상 질감의 음식을 제공함. 다만 아주 딱딱하거나 끈적하거나 바삭거리는 식품은 제외하며, 각 환자의 저작 및 연하 능력에 맞게 음식의 크기를 조절하여 조리함.



- 5 -

4. 연하도음식의 제공 및 섭취

가. 점도증진제의 사용 방법

1) 점도증진제의 역할 및 특징

- 점도증진제는 음식이 기도로 흡입되는 위험을 줄이는 데 중요한 역할을 합니다.
- 음식의 종류에 따라 같은 양의 가루를 섞더라도 점도가 다르게 나타날 수 있습니다.
- 점도증진제 사용 시, 가루의 양이 많을수록, 시간이 지날수록, 온도가 낮아질수록 점도가 높아집니다.
- 시중에 판매하는 점도증진제는 각 제품의 사용방법을 준수하여 권장하는 방법으로 사용하는 것이 좋습니다.
- 점도가 너무 높으면 음식물의 이동시간이 길어져 섭취하는 음식의 양이 감소할 수 있고, 입과 목 안에 잔여물이 남아 위험할 수 있으니 주의해야 합니다.

2) 액상 식품의 경우

- 첨가한 점도증진제가 제대로 역할을 할 수 있도록 가루가 그곳에 묻지 않도록 합니다.
- 또한 점도증진제 가루를 섞을 때 묻치지 않도록 잘 섞어주어야 합니다.
- 액상 식품에 점도증진제를 넣기 전 포크를 5초 정도 먼저 돌린 후 점도증진제를 첨가하면 움직임을 방지할 수 있습니다.
- 점도증진제를 섞는 그릇은 포크가래가 전부 잠기는 말랑한 실리콘 컵의 형태가 좋습니다.

3) 고체 식품의 경우

- 음식을 잘게 다지거나 자른 음식은 소스에 따로 점도증진제를 넣어 섞어줍니다.
- 믹서기 등 분쇄기를 이용할 경우, 분쇄기에 음식과 점도증진제를 함께 넣어 분쇄합니다.
- 또는 음식을 다 분쇄한 뒤에 점도증진제를 첨가하여 점도를 조절합니다.



- 6 -

나. 제공하는 식사의 온도 및 분량

1) 음식의 온도

- 차가운 음식은 인두 반사를 증가시키고 뜨거운 음식은 식도의 기능을 향상시켜 음식물의 재개를 돕습니다.
- 차가운 음식과 따뜻한 음식을 번갈아 제공하여 인두의 자극을 유도하면 식사케어에 도움이 됩니다.
- 사실의 경우 배식 시간을 고려하여 보온·보냉 또는 재가열을 고려하는 것이 좋습니다.

2) 적절한 한입 제공량

- 연하도움식을 섭취하는 분이 드실 수 있는 양은 당사자의 섭취능력에 맞게 조절합니다.
- 한입 제공량은 1 티스푼 정도인 3~4ml, 켈리의 경우 4~5g 정도가 적당합니다.

다. 식사하는 자세 및 시간

1) 의자에 앉아있는 경우

- 의자 뒤쪽에 엉덩이를 바짝 붙이고 90° 각도가 되도록 허리를 쭉 펴고 똑바로 앉습니다.
- 턱은 약간 아래로 향하도록 하고 발은 바닥에 평평하게 놓습니다.
- 식사 전후 15~30분 동안은 자세를 유지하고 앉아있도록 합니다.

2) 침대에 누워있는 경우

- 침대의 뒷부분을 올리고 베개를 등 뒤로 받쳐줍니다.
- 90° 각도를 유지하게 하며 고개는 숙일 수 있도록 합니다.
- 만약 목이 한쪽으로 치우치면 옆구리에 베개를 고여서 중앙에 위치하도록 합니다.

3) 식사하는 시간

- 식사 시간은 30분 이내로 하는 것이 적당합니다.
- 길어도 45분을 넘기지 않도록 합니다.



- 7 -

[일산복음병원 입소환자 및 보호자를 위한 현장 매뉴얼]

○ 요약 및 고찰

- 연하장애 환자들은 영양밀도가 개선된 연하식을 섭취하며 우울 정도가 감소하였으며 수분 섭취 정도가 증가하였음. 이러한 변화는 긍정적인 결과로 사료됨. 그러나 장기간 무스를 섭취하고 관찰하지 않아, 악력 등 신체적인 변화는 관찰되지 않음.
- 영양밀도가 개선된 무스를 이용한 식단을 구성하여 영양분석을 실시한 결과, 해당 식단을 섭취할 시 1일 권장 섭취량 기준 충분한 단백질과 아미노산을 섭취할 수 있을 것으로 보임.
- 무스의 관능평가 결과에 따르면 특히 양갱 3종이 높은 기호도 점수를 받았고, 커피 양갱이 가장 높은 점수를 받음. 대부분의 무스가 평균 7점 이상의 부착성과 응집성 기호도 점수를 받은 것을 보아 연하장애 환자들의 식욕을 자극하고 거부감 없이 섭취할 수 있는 제품이라고 판단됨.
- 이와 같이 맞춤형 연하식단과 영양강화 무스는 연하곤란 환자들에게 영양적인 이점과 다양한 식품 경험을 제공할 수 있음.

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

1) 성과지표 및 목표치

| 성과지표명 | | | 연도 | 1단계 (2021~2022) | 2단계 (2023) | 계 | 가중치 (%) |
|-------------------------------|-------------------|---------|----|--------------------|---------------|---|------------|
| 전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾ | | 목표(단계별) | | | | | |
| | | 실적(누적) | | | | | |
| | | 목표(단계별) | | | | | |
| | | 실적(누적) | | | | | |
| 연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾ | 분지아미노산 고함유 단백질 소재 | 목표(단계별) | 1 | | | 1 | 100 |
| | | 실적(누적) | | | | | |
| | | 목표(단계별) | | | | | |
| | | 실적(누적) | | | | | |
| 계 | | | | | | | 100 |

2) 성능지표 및 측정방법

(1) 결과물의 성능지표

| 평가 항목 (주요성능 ¹⁾) | | 단위 | 전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%) | 세계 최고 | | 연구개발 전 국내 성능수준 | 연구개발 목표치 | | 목표설정 근거 |
|--------------------------------|----------------|------------------|-----------------------------------|----------|------|----------------|------------------------|------------------------|----------|
| | | | | 보유국/보유기관 | 성능수준 | 성능수준 | 1단계 (2021~2022) | 2단계 (2023~2023) | |
| 1 | 고령친화식품 경도 | N/m ² | 40% | | | | 50,000N/m ² | 50,000N/m ² | KS 기준 |
| 2 | 단백소재 단백질 함량 | % | 30% | | 100% | 50% | 40%이상 | 60% 이상 | 식품공전 |
| 3 | 단백소재 분지아미노산 함량 | % | 30% | | 100% | 50% | 유리아미노산 내 15%이상 | 유리아미노산 내 20% 이상 | 일본 소재 기준 |

(2) 평가방법 및 평가환경

| 순번 | 평가항목 (성능지표) | 평가방법 | 평가환경 |
|----|----------------|--|----------------------------|
| 1 | 고령친화식품 경도 | KS 고령친화식품 경도 측정 방법 | 시료에 따라 제1법, 제2법, 제3법 선택 사용 |
| 2 | 단백소재 단백질 함량 | 식품공전 제8. 일반시험법-2. 식품성분시험법-2.1.3 질소화합물-2.1.3.1 총질소 및 조단백질 | 공인시험기관 분석 |
| 3 | 단백소재 분지아미노산 함량 | 식품공전 제8. 일반시험법-2. 식품성분시험법-2.1.3 질소화합물-2.1.3.3 아미노산 | 공인시험기관 분석 |

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

| 번호 | 논문명 | 학술지명 | 주저자명 | 호 | 국명 | 발행기관 | SCIE 여부 (SCIE/비SCIE) | 게재일 | 등록번호 (ISSN) | 기여율 |
|----|---|--|------|--------|----------|----------|-------------------------|------------|-----------------------|------|
| 1 | Effects of wheat flour supplemented with soy protein concentrate on the rheology, microstructure and water mobility of protein-fortified precooked noodles | International Journal of Food Science and Technology | | 57 | 기타 미분류국가 | - | SCI | 2022.03.24 | 0950-5423 | 50% |
| 2 | Establishment of machine learning hyperparameters for predicting the extensional properties of noodles from the thermo-mechanical properties of wheat flour | Journal of Food Engineering | | 321 | 기타 미분류국가 | - | SCI | 2022.01.25 | 0260-8774 | 50% |
| 3 | 단백질-안정화 에멀션의 이화학적 특성 분석 및 지방 대체 소재로서의 활용 | 한국산업식품공학회 | | 26 | 대한민국 | - | 비SCIE | 2022.11.30 | 1226-4768 | 50% |
| 4 | Tomographical, rheological, and structural effects of soy protein concentrate in a gluten-free extruded noodle system | Journal of Texture Studies | | 54(5) | 기타 미분류국가 | - | SCI | 2023.05.09 | 1745-4603 | 50% |
| 5 | Physicochemical and sensory properties of retort chicken curry mousse fortified with branched-chain amino acids for the elderly | LWT – Food Science and Technology | | 185(n) | 네덜란드 | Elsevier | SCI | 2023.07.31 | 0023-6438 / 1096-1127 | 100% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|-------|------|--------------|-------|-------------|-----------------------|------|
| 6 | Impact of varying food hardness on mastication/swallowing | Food Science and Biotechnology | | 32(n) | 대한민국 | Springer | SCI | 2023.02.21. | 1226-7708 / 2092-6456 | 100% |
| 7 | 배양법을 이용한 누룩 발효 관련 Bacillus 속, Staphylococcus 속 세균 및 유산균의 우점종 확인 | Microbiology and biotechnology letters | | 51(1) | 대한민국 | - | 비SCI | 2023.03.28. | 1598-642x / 2234-7305 | 50% |
| 8 | 고초균 발효 농축잠두 단백질과 병아리콩 가루를 이용한 단백질 강화 쌀가루의 물리화학적 특성 | 산업식품공학 | | 1 | 대한민국 | (사)한국산업식품공학회 | 비SCIE | 24.02.29 | 1226-4768 | 100% |
| 9 | 볶음 및 팽화 처리가 Bacillus subtilis 발효 공류의 아미노산 함량에 미치는 영향 | 한국식품과학회지 | | 1 | 대한민국 | (사)한국식품과학회 | 비SCIE | 24.02.29 | 0367-6293 | 60% |

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

| 번호 | 회의 명칭 | 발표자 | 발표 일시 | 장소 | 국명 |
|----|---|-----|-------------|------------------|------|
| 1 | 한국식품과학회 | | 2021.07.09. | 대전 컨벤션센터 | 대한민국 |
| 2 | 한국산업식품공학회 | | 2021.10.14. | 강원도 라카이 샌드파인 리조트 | 대한민국 |
| 3 | 2022 KoSFoST International Symposium and Annual Meeting | | 2022.07.06. | 부산 벅스코 | 대한민국 |
| 4 | 한국식품과학회 | | 2022.07.08. | 대전 컨벤션센터 | 대한민국 |
| 5 | 2022 KoSFoST International Symposium and Annual Meeting | | 2022.07.08. | 부산 벅스코 | 대한민국 |
| 6 | 한국식품조리과학회 | | 2022.10.07. | 서울교육대학교 | 대한민국 |
| 7 | 한국산업식품공학회 | | 2022.11.09. | 제주도 해비치 호텔 | 대한민국 |
| 8 | ISFRS | | 2023.06.12. | 네덜란드 Wageningen | 네덜란드 |
| 9 | 한국식품과학회 | | 2023.06.30. | 제주도 제주ICC | 대한민국 |
| 10 | 2023 KoSFoST International Symposium and Annual Meeting | | 2023.06.30. | 제주도 제주ICC | 대한민국 |
| 11 | 2023 KFN International Symposium and Annual Meeting | | 2023.10.19. | 부산 벅스코 | 대한민국 |

기술 요약 정보

| 연도 | 기술명 | 요약 내용 | 기술 완성도 | 등록 번호 | 활용 여부 | 미활용사유 | 연구개발기관 외 활용여부 | 허용방식 |
|----|-----|-------|--------|-------|-------|-------|---------------|------|
| | | | | | | | | |

보고서 원문

| 연도 | 보고서 구분 | 발간일 | 등록 번호 |
|----|--------|-----|-------|
| | | | |

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

| 번호 | 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명 | 등록/기탁 번호 | 등록/기탁 기관 | 발생 연도 |
|----|------------------------|----------|----------|-------|
| | | | | |

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

| 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 국명 | 출원 | | | | 등록 | | | 기여율 | 활용 여부 |
|----|---|------|-------------|-------------|-----------------|----------|-----|-----|----------|------|----------|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원 번호 | 등록 번호 | 등록인 | 등록일 | 등록 번호 | | |
| 1 | 혼합 젤화제를 사용한 고단백 연하 무스식 | 대한민국 | 세종대학교 산학협력단 | 2022.07.29. | 10-2022-0094836 | | | | | 100% | 활용 |
| 2 | 신전성이 개선된 식물성 단백질 함유모짜렐라 치즈 제조용 프리믹스 및 이의 제조방법 | 대한민국 | 세종대학교 산학협력단 | 2023.04.21. | 10-2023-0113900 | | | | | 90% | 미활용 |
| 3 | 하이드로콜로이드 블렌딩을 통한 온도안정형 승점제 | 대한민국 | 세종대학교 산학협력단 | 2023.12.29. | 10-2023-0196815 | | | | | 70% | 미활용 |

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

| 번호 | 제품화 | 방어 | 전용실시 | 통상실시 | 무상실시 | 매매/양도 | 상호실시 | 담보대출 | 투자 | 기타 |
|----|-----|----|------|------|------|-------|------|------|----|----|
| | | | | √ | | | | | | |

저작권(소프트웨어, 서적 등)

| 번호 | 저작권명 | 창작일 | 저작자명 | 등록일 | 등록 번호 | 저작권자명 | 기여율 |
|----|------|-----|------|-----|-------|-------|-----|
| | | | | | | | |

신기술 지정

| 번호 | 명칭 | 출원일 | 고시일 | 보호 기간 | 지정 번호 |
|----|----|-----|-----|-------|-------|
| | | | | | |

기술 및 제품 인증

| 번호 | 인증 분야 | 인증 기관 | 인증 내용 | | 인증 획득일 | 국가명 |
|----|-------|---------------|----------|-----------|-------------|------|
| | | | 인증명 | 인증 번호 | | |
| 1 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2021-23호 | 2021.10.29. | 대한민국 |
| 2 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2021-24호 | 2021.10.29. | 대한민국 |
| 3 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2022-55호 | 2022.12.15. | 대한민국 |
| 4 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2022-56호 | 2022.12.15. | 대한민국 |
| 5 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2022-57호 | 2022.12.15. | 대한민국 |
| 6 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2022-58호 | 2022.12.15. | 대한민국 |
| 7 | 기타 | 한국식품산업클러스터진흥원 | 고령친화우수식품 | 제2022-59호 | 2022.12.15. | 대한민국 |

표준화

○ 국내 표준

| 번호 | 인증구분 ¹⁾ | 인증여부 ²⁾ | 표준명 | 표준인증기구명 | 제안주체 | 표준종류 ³⁾ | 제안/인증일자 |
|----|--------------------|--------------------|-----|---------|------|--------------------|---------|
| | | | | | | | |

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제 표준

| 번호 | 표준화단계구분 ¹⁾ | 표준명 | 표준기구명 ²⁾ | 표준분과명 | 의장단 활동여부 | 표준특허 추진여부 | 표준개발 방식 ³⁾ | 제안자 | 표준화 번호 | 제안일자 |
|----|-----------------------|-----|---------------------|-------|-------------|--------------|--------------------------|-----|-----------|------|
| | | | | | | | | | | |

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

시제품 제작

| 번호 | 시제품명 | 출시/제작일 | 제작 업체명 | 설치 장소 | 이용 분야 | 사업화 소요 기간 | 인증기관 (해당 시) | 인증일 (해당 시) |
|----|------|--------|--------|-------|-------|--------------|----------------|---------------|
| | | | | | | | | |

기술 실시(이전)

| 번호 | 기술 이전 유형 | 기술 실시 계약명 | 기술 실시 대상 기관 | 기술 실시 발생일 | 기술료 (해당 연도 발생액) | 누적 징수 현황 |
|----|-------------|---|------------------|--------------|--------------------|-------------|
| 1 | 직접실시 | 영양강화 및 물성 소재를 활용한 고령친화식품 구성 및 제조기술 | (주)신세계푸드 | 2022.08.01. | - | |
| 2 | 전용실시권 | 식물성 발효단백소재 제조 기술 | (주)에이치엔아 이 | 2022.11.11. | 13,000,000 원 | |
| 3 | 통상실시권 | 혼합 젤화제를 사용한 고단백 연하 무스식 | (주)에스제이푸 드시스템 | 2023.10.11. | 5,000,000 원 | |

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

| 번호 | 추가 연구개발 투자 | 설비 투자 | 기타 투자 | 합계 | 투자 자금 성격* |
|----|------------|-------|-------|----|-----------|
| | | | | | |

□ 사업화 현황

| 번호 | 사업화 방식 ¹⁾ | 사업화 형태 ²⁾ | 지역 ³⁾ | 사업화명 | 내용 | 업체명 | 매출액 | | 매출 발생 연도 | 기술 수명 |
|----|----------------------|----------------------|------------------|---|---------------|----------|-----------|---------|----------|-------|
| | | | | | | | 국내 (천원) | 국외 (달러) | | |
| 1 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 소불고기 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 2,378,819 | - | 2023 | |
| 2 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 닭고기 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 1,866,059 | - | 2023 | |
| 3 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 동파육 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 1,645,025 | - | 2023 | |
| 4 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 가자미구이 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 2,166,444 | - | 2023 | |
| 5 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 고추잡채 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 1,104,336 | - | 2023 | |
| 6 | 자기실시 | 기존 공정 개선 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 돼지고기 수육 무스 개발 | (주)신세계푸드 | 1,759,836 | - | | |
| 7 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 간장생선 조림 무스 개발 | (주)신세계푸드 | - | - | - | |
| 8 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 간장 찜닭 무스 개발 | (주)신세계푸드 | - | - | - | |

| | | | | | | | | | |
|----|------|--------|----|--|---------------|----------|---|---|---|
| 9 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 관자새우 크림 무스 개발 | (주)신세계푸드 | - | - | - |
| 10 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 된장맥적 구이 무스 개발 | (주)신세계푸드 | - | - | - |
| 11 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 짜장 무스 개발 | (주)신세계푸드 | - | - | - |
| 12 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 녹차 양갱 | (주)신세계푸드 | - | - | - |
| 13 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 초코 양갱 | (주)신세계푸드 | - | - | - |
| 14 | 자기실시 | 신제품 개발 | 국내 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 커피 양갱 | (주)신세계푸드 | - | - | - |

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

| 사업화명 | 발생 연도 | 매출액 | | 합계 | 산정 방법 |
|---|-------|------------|--------|------------|--------|
| | | 국내(천원) | 국외(달러) | | |
| 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | 2023 | 10,920,519 | | 10,920,519 | 출고액 기준 |
| 합계 | | | | 10,920,519 | |

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

| | | | | | |
|--------------------------------|-------------|---|---------|-----------|------|
| 성과 | | 저분자 분지아미노산 소재와 연하식 물성소재를 활용한 연하곤란환자를 위한 고령친화식품의 다양한 식품군 확대 및 대량생산 | | | |
| 사업화 계획 | 사업화 소요기간(년) | 7년 | | | |
| | 소요예산(천원) | 30,000 | | | |
| | 예상 매출규모(천원) | 현재까지 | 3년 후 | 5년 후 | |
| | | 10,000 | 400,000 | 1,000,000 | |
| | 시장 점유율 | 단위(%) | | 현재까지 | 3년 후 |
| 국내 | | 30 | 35 | 40 | |
| 국외 | | 0 | 5 | 10 | |
| 향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획 | | 다양한 소비자 계층 타겟 제품개발을 위한 간편편의식과 접목하여 상온보관이 가능한 식품군에서의 고령친화식품 개발군 확대 | | | |
| 무역 수지 개선 효과(천원) | 수입대체(내수) | 현재 | 3년 후 | 5년 후 | |
| | 수출 | - | - | - | |

고용 창출

| 순번 | 사업화명 | 사업화 업체 | 고용창출 인원(명) | | 합계 |
|----|----------------|--------|------------|-------|----|
| | | | 2022년 | 2023년 | |
| 1 | 고부가가치식품기술 개발사업 | ㈜신세계푸드 | 2 | 1 | 3 |
| 합계 | | | 2 | 1 | 3 |

고용 효과

| 구분 | | | 고용 효과(명) | |
|-------|------|------|----------|--|
| 고용 효과 | 개발 전 | 연구인력 | 7 | |
| | | 생산인력 | - | |
| | 개발 후 | 연구인력 | 10 | |
| | | 생산인력 | - | |

비용 절감(누적)

| 순번 | 사업화명 | 발생연도 | 산정 방법 | 비용 절감액(천원) |
|----|------|------|-------|------------|
| 합계 | | | | |

● 해당사항 없음

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

| 구분 | 사업화명 | 수입 대체 | 수출 증대 | 매출 증대 | 생산성 향상 | 고용 창출 (인력 양성 수) | 기타 |
|-------|------|-------|-------|-------|--------|-----------------|----|
| 해당 연도 | | | | | | | |
| 기대 목표 | | | | | | | |

● 해당사항 없음

산업 지원(기술지도)

| 순번 | 내용 | 기간 | 참석 대상 | 장소 | 인원 |
|----|----|----|-------|----|----|
| | | | | | |

● 해당사항 없음

□ 기술 무역

(단위: 천원)

| 번호 | 계약 연월 | 계약 기술명 | 계약 업체명 | 계약업체 국가 | 기 징수액 | 총 계약액 | 해당 연도 징수액 | 향후 예정액 | 수출/ 수입 |
|----|-------|--------|--------|------------|-------|-------|--------------|-----------|-----------|
| | | | | | | | | | |

● 해당사항 없음

[사회적 성과]

□ 법령 반영

| 번호 | 구분 (법률/시행령) | 활용 구분 (제정/개정) | 명 칭 | 해당 조항 | 시행일 | 관리 부처 | 제정/개정 내용 |
|----|----------------|------------------|-----|-------|-----|-------|-------------|
| | | | | | | | |

● 해당사항 없음

□ 정책활용 내용

| 번호 | 구분 (제안/채택) | 정책명 | 관련 기관 (담당 부서) | 활용 연도 | 채택 내용 |
|----|---------------|-----|------------------|-------|-------|
| | | | | | |

● 해당사항 없음

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

| 번호 | 구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서) | 활용 구분 (신규/개선) | 설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭 | 반영일 | 반영 내용 |
|----|--------------------------|------------------|-------------------------|-----|-------|
| | | | | | |

● 해당사항 없음

□ 전문 연구 인력 양성

| 번호 | 분류 | 기준 연도 | 현황 | | | | | | | | | | |
|----|----|-------|-----|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|----|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| 1 | | 2021 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 2 | | 2021 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 3 | | 2022 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 4 | | 2022 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| 5 | | 2022 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 6 | | 2022 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 7 | | 2023 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| 8 | | 2023 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 9 | | 2023 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 10 | | 2023 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |
| 11 | | 2023 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 12 | | 2023 | | 1 | | | | 1 | 1 | | | | |

산업 기술 인력 양성

| 번호 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육 기관 | 교육 개최 횟수 | 총 교육 시간 | 총 교육 인원 |
|----|-------|---------|-------|----------|---------|---------|
| | | | | | | |

● 해당사항 없음

다른 국가연구개발사업에의 활용

| 번호 | 중앙행정기관명 | 사업명 | 연구개발과제명 | 연구책임자 | 연구개발비 |
|----|---------|-----|---------|-------|-------|
| | | | | | |

● 해당사항 없음

국제화 협력성과

| 번호 | 구분 (유치/파견) | 기간 | 국가 | 학위 | 전공 | 내용 |
|----|---------------|----|----|----|----|----|
| | | | | | | |

● 해당사항 없음

홍보 실적

| 번호 | 홍보 유형 | 매체명 | 제목 | 홍보일 |
|----|-------|-----|----|-----|
| | | | | |

● 해당사항 없음

포상 및 수상 실적

| 번호 | 종류 | 포상명 | 포상 내용 | 포상 대상 | 포상일 | 포상 기관 |
|----|----|-----|-------|-------|-----|-------|
| | | | | | | |

● 해당사항 없음

[인프라 성과]

연구시설·장비

| 구축기관 | 연구시설/ 연구장비명 | 규격 (모델명) | 개발여부 (○/×) | 연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부 | 연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호 | 구축일자 (YY.MM.DD) | 구축비용 (천원) | 비고 (설치 장소) |
|------|----------------|-------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|---------------|
| | | | | | | | | |

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

● 해당사항 없음

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

[증빙4-1]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | () | 기존 제품 공정개선 | (✓) | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 카치마귀 무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-2]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (✓) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 간장생선조일 무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.27 | 30% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-3]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (✓) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 간장생선무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.27 | 30% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-4]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | () | 기존 제품 공정개선 | (✓) | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 고추김치무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-5]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (✓) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 편지새우크림 무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.27 | 30% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-6]사업화

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분식 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | () | 기존 제품 공정개선 | (✓) | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 달고기 무스 |  | 고령친화식품 (시상납품 및 소비자용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 | | | | |

상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-7]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (√) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 동라옥부스 |  | 고령친화식품 (시식납품 및 소비사용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-8]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | () | 기존 제품 공정개선 | (√) | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 돼지고기수육 부스 |  | 고령친화식품 (시식납품 및 소비사용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-9]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (√) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 단향떡볶이 부스 |  | 고령친화식품 (시식납품 및 소비사용) | 2022.10.27 | 30% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-10]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | () | 기존 제품 공정개선 | (√) | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 소분고기부스 |  | 고령친화식품 (시식납품 및 소비사용) | 2022.10.03 | 15% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-11]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (√) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 떡갈부스 |  | 고령친화식품 (시식납품 및 소비사용) | 2022.10.27 | 30% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2022년 10 월 28 일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-12]사업화

<첨부>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| 과 제 명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | | |
|--|---|--|-------------------------|--------------------|
| 주관연구기관 | 신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 | |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 - 23년 12월(총 3년) | |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (√) | 기존 제품 공정개선 | () | |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () | |
| 제품 출시 실적 | | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품용도 | 제품 출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 초코양갱 |  | 연하양갱을 넣고 있는 양갱 대용 원하시 디저트류로, 부식성이 적으며, 강도가 약한 고령친화식품 | 23.11.10 | 13% |
| * 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수 상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다. | | | | |

2023년 12 월 19일

연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-13]사업화

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | |
|--|---|------------|-------------------------|
| 과제명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | |
| 주관연구기관 | ㈜신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (V) | 기존 제품 경쟁개선 | () |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () |
| 제품 출시 실적 | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 커미양갱 |  | 2023.11.10 | 13% |
| <p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수</p> <p style="text-align: center;">상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p> | | | |

2023년 12월 19일
연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙4-14]사업화

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

| | | | |
|--|---|------------|-------------------------|
| 과제명 | 고령친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발 | | |
| 주관연구기관 | ㈜신세계푸드 | 참여기관 | 세종대학교, 경기대학교, 한양대학교 |
| 연구책임자 | 민중식 | 연구기간 | 21년 04월 ~ 23년 12월(총 3년) |
| 총 정부출연금 | 807,000,000 원 | | |
| 해당 기술의 제품출시 유형 | | | |
| 신제품(제품출시 예정) | (V) | 기존 제품 경쟁개선 | () |
| 신제품(제품출시 완료) | () | 기 타 | () |
| 제품 출시 실적 | | | |
| 제품명 | 제품사진 | 제품출시일 | 해당 기술의 제품출시 기여율(%) |
| 녹차양갱 |  | 2023.11.10 | 13% |
| <p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수</p> <p style="text-align: center;">상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p> | | | |

2023년 12월 19일
연구책임자 : 민중식 (서명 또는 인)

[증빙5-1]매출액

| 과목명 | 규격 | 오더수량 | 판매 단위 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|--------------------|----|------|-------|------|------------|-----------|
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-05-09 | 76,900 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-05-19 | 51,480 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-06-21 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-06 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-07 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-10 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-15 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-19 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-24 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-08-01 | 102,960 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-08-02 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-08-13 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-08-21 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-08-30 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-09-09 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-09-21 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-09-24 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-12 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-16 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-17 | 153,680 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-22 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-05 | 57,178 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-14 | 154,800 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-16 | 49,137 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-16 | 77,400 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-21 | 51,480 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-23 | 49,137 |
| 가자미구어무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-26 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | | 2,166,444 |

[증빙5-2]매출액

| 과목명 | 규격 | 오더수량 | 판매 단위 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|--------------------|----|------|-------|------|------------|-----------|
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-05-02 | 51,480 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-06-20 | 77,400 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-07-20 | 41,712 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-09-07 | 41,712 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-09-17 | 154,800 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-17 | 153,720 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-27 | 41,712 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-10-26 | 77,400 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-14 | 154,800 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-16 | 77,400 |
| 고추잡채 무스 예코랄의 산골이유식 | | | | | 2023-11-26 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | | 1,104,336 |

[증빙5-3]매출액

| 품목명 | 오더수량 | 판매 단위 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|-------------------|------|-------|------|------------|-----------|
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.04.04 | 51,480 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.05.19 | 51,480 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.06.20 | 77,400 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.07.06 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.07.15 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.07.19 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.07.24 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.08.02 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.08.13 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.08.21 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.08.30 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.09.07 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.09.09 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.09.18 | 73,530 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.09.21 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.09.24 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.05 | 77,400 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.05 | 77,400 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.12 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.16 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.17 | 153,680 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.22 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.27 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.02 | 77,400 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.05 | 41,789 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.21 | 51,480 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.14 | 154,800 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.16 | 38,698 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.16 | 77,400 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.23 | 38,698 |
| 닭고기 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | 2023.12.05 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | 1,866,059 |

[증빙5-4]매출액

| 품목명 | 오더수량 | 판매 단위 | 주문일자 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|-------------------|------|-------|------|------|------------|-----------|
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-05-19 | 51,480 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-06-20 | 77,400 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-06 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-09 | 77,400 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-15 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-19 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-24 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-02 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-13 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-21 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-30 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-09-09 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-09-21 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-09-24 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-12 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-16 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.10.17 | 76,840 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.10.19 | 77,400 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.10.22 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.05 | 48,587 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.14 | 154,800 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.16 | 45,650 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.16 | 77,400 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.23 | 45,650 |
| 동파육 무스 에코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.26 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | | 1,645,025 |

[증빙5-5]매출액

돼지고기수육무스 매출 내역

| 품목명 | 오더수량 | 판매 단위 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|----------------------|------|-------|------|------------|------------------|
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-05-02 | 51,480 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-05-19 | 51,480 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-07-08 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-07-15 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-07-20 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-07-19 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-07-24 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-08-02 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-08-10 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-08-13 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-08-21 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-08-30 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-09-09 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-09-21 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-09-24 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-05 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-11 | 73,530 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-12 | 77,400 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-12 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023-10-16 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.10.22 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.05 | 47,443 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.14 | 154,800 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.16 | 45,364 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.16 | 77,400 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.21 | 51,480 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.21 | 45,364 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.23 | 45,364 |
| 돼지고기수육 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | 2023.11.26 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | 1,759,836 |

[증빙5-6]매출액

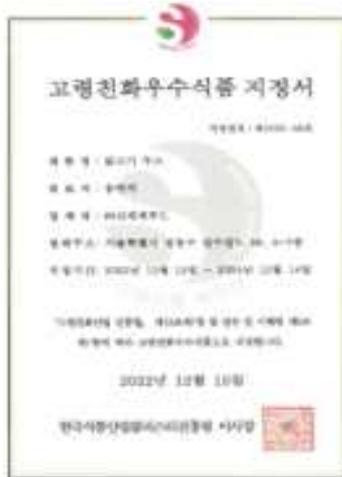
소불고기무스 매출 내역

| 품목명 | 오더수량 | 판매 단위 | 주문일자 | 사업장명 | 입고일 | 대금청구합계 |
|--------------------|------|-------|------|------|------------|------------------|
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-04-04 | 76,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-04-11 | 69,660 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-05-02 | 76,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-05-09 | 76,900 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-05-16 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-05-16 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-06-20 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-06-22 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-03 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-09 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-18 | 76,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-19 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-07-26 | 76,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-01 | 102,960 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-10 | 49,577 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-08-20 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 49,181 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-05 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023-10-11 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.10.17 | 153,680 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.10.26 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.14 | 154,800 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.16 | 77,400 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.21 | 51,480 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.21 | 49,181 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.22 | 154,800 |
| 소불고기 무스 예코맘의 산골이유식 | | | | | 2023.11.26 | 154,800 |
| 총합계 | | | | | | 2,378,819 |

[증빙6-1 기술인증]



[증빙6-2 기술인증]



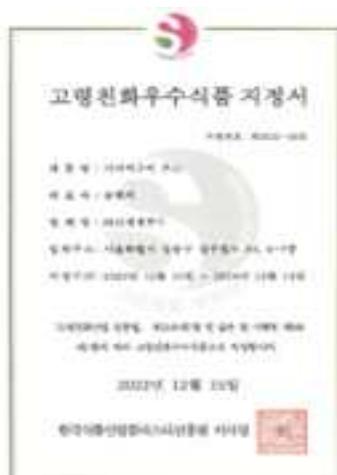
[증빙6-3 기술인증]



[증빙6-4 기술인증]



[증빙6-5 기술인증]



[증빙6-6 기술인증]



[증빙6-7 기술인증]



2) 목표 달성 수준

| 추진 목표 | 달성 내용 | 달성도(%) |
|--|---|---|
| ○ 영양밀도가 강화된 제품개발을 위한 최적소재(물성제어, 분지아미노산) 비율탐색 | ○ 분지아미노산 소재의 함량별 최적비율 탐색 완료함. ○ 분지아미노산 함량별 용해도 및 경도분석 완료함. ○ 분지아미노산 첨가한 신제품 5종 개발하였으며 물성 및 관능확인 완료함. ○ 개발된 영양강화 식품에 대한 실제 소비자 대상 기호도 및 선호도 평가 완료함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 시생산을 통한 대량생산 시, 문제점 확인 및 상품의 품질 확인 | ○ 기존제품의 대량생산공정 적용 개선개발진행 및 염도, 당도 측정을 통한 완제품의 이화학적 표준규격 설정 완료함. ○ 대량생산을 통해 제조한 개선제품 6종에 대한 물성(경도, 부착성, 점도) 측정을 통한 물리적 표준규격 설정 완료함. ○ 대량생산공정을 통해 제조한 완제품의 성상 및 관능구현 확인 완료함. ○ 고령친화식품 상품화를 위한 OEM 생산처의 대량생산 조건 탐색완료 및 최종조건 설정함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 분지아미노산 고함유 단백질 생산 종균 및 소재화 기술 개발 | ○ 분지아미노산 고생산 균주(1종)와 GABA 고생산 균주(1종)의 선발과 이들에 대한 발효 특성의 규명을 완료함. ○ 발효산물의 생산 및 소재화에 대한 조건들을 확립하였으며, 단백질분해효소에 의한 식물단백 가수분해물의 제조조건을 확립하였음. | ○ 100 ○ 100 |
| ○ 분지아미노산 고함유 단백질소재의 품미개선 및 대량생산 공정 설계 | ○ 발효 특성이 정립된 Bacillus 속 10개의 균주 중 품미개선에 직접적인 효과를 보이는 3개의 균주를 선발함. ○ 고함유 분지아미노산 단백질소재의 대량생산을 위한 식물단백 원료 2종(농축잠두단백과 병아리콩가루)을 선발하였음. ○ 확립된 고상 발효 공정과 선발된 식물단백 원료를 활용하여 발효산물을 제조하였을 때, 분지아미노산 함량이 극적으로 증가하는 것을 확인하였음. ○ 식물성 발효단백소재 제조 기술에 대해 (주)에이치엔아이에 노하우 기술이전 하였음. ○ 현재 시제품을 제조하였으며, 시제품의 영양성분, 물성, 분지아미노산 변화와 품미개선에 대한 효과를 분석하고 있음. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 다각적 측정을 통한 물성 제어 소재의 블렌딩 물성 분석 | ○ 물성 제어 소재별(하이드로콜로이드 등) 블렌딩에 따른 정상 유동 특성 및 모델식을 분석하고 동적 점탄성을 측정함. ○ 개별 소재 및 블렌딩에 따른 water dynamics를 분석함. ○ Arrhenius 모델을 활용하여 블렌딩 소재의 열물성을 평가하고, 냉해동에 따른 물성학적 안정성을 평가함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 블렌딩 기술을 토대로 한 고령친화식품의 저작 물성 평가 | ○ 다양한 하이드로콜로이드의 개별 및 조합을 통해 고령자용 고단백 연화 무스식을 위한 최적 블렌딩 젤화 소재(Gellan gum+Xanthan gum+Locust bean gum)를 개발함. ○ 분지아미노산 고단백 소재로 fava bean protein concentrate (FBPC)을 적용하여 고단백 연화 무스식을 제조하여 젤형성능 및 물성 안정성을 평가함. ○ FBPC 적용 고단백 연화 무스식의 저작 물성을 분석하여 UDF 단계 및 식품공전 상 고령친화식품 여부를 판별함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 |

| | | |
|---|--|----------------------------------|
| ○ 오럴프로세싱 특성 분석을 통한 고령친화 식품 연하 특성과의 연관성 분석 | ○ 기존 고령친화식품(IDDSI 3-5단계) 근전도(EMG) 평가 결과와 연하특성과의 상관성을 분석함. ○ 근전도(EMG)의 신호 분석 및 설압측정(IOPI)등을 이용하여 오럴프로세싱의 특성을 분석함. ○ 연하력이 저하된 고령자 패널의 기존 고령친화식품을 이용한 오럴프로세싱 특성에 따른 DB를 구축하고 고령자 세분화(segmentation)함. ○ 기존 고령친화식품을 이용하여 IDDSI 3-5단계의 연하력을 평가함 | ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 영양밀도개선 연하식의 식단구성, 화학적 & 물리적 특성 평가 | ○ 아미노산분석(식품공전법)에 의거한 분지아미노산첨가 제품의 조리가공후 아미노산 분석함. ○ 제품의 물리적 안정성 평가; 제품의 이장현상, 물성, 색도를 분석함. ○ 분지아미노산을 이용하여 저장기간을 증가시킨 연하식 무스를 개발함. ○ 연하식의 주식, 주찬, 부찬, 간식을 이용하여 한 주간의 식단 구성함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 완제품의 물성, 영양 분석을 통한 제품의 품질개선 | ○ 완제품의 영양분석 및 물성분석을 통해 고령친화식품 기준에 적합한 영양성분 기준과 물성측정 시 경도 및 점도의 기준치 부합함. ○ 가열조리 및 냉동 등 온도변화에서의 제품 성상 확인 및 개선조치 적용하여 냉동유통 시 안전성 확보함. ○ 고밀도 저분자 단백질 섭취 중심 제품의 영양성분치를 경시변화에 따라 분석하여 유의차 없음을 확인함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 소비자 대상 실증연구를 통한 고령친화식품 상품성 확인 | ○ 출시제품에 대한 소비자 대상 상품성 확인 및 주찬, 부찬, 디저트용 고령친화식품 신제품 설계 및 개발함. ○ 고령친화식품의 영양 및 물성을 활용한 병원 및 자택내 식단차림안 마련함. ○ 무스 제품의 고령친화식품으로서 안전성 평가함과 더불어 실제 식단 제공시 효율적임을 확인함. | ○ 100 ○ 100 ○ 100 |
| ○ 분지아미노산 고함유 단백질소재의 생산공정 오염 저감화 기술 개발 | ○ 본 연구에서 선발하여 식물단백질의 고상발효에 적용한 Bacillus 균주들은 모두 유해균주들의 생육을 저해하는 것을 확인함. | ○ 100 |
| ○ 분지아미노산 고함유 단백질소재의 대량생산 및 제품화 | ○ 2차년도 (쥬에이치엔아이에 기술이전하여 시제품을 제작한 발효식물단백소재를 제품화하였음(품목제조보고 기준). | ○ 100 |
| ○ 분지아미노산 고함유 단백질소재의 연하식 적용 및 평가 | ○ 쌀가루를 기반으로 하는 페이스트 형태(유동식)의 고령친화 식품에 있어 발효식물단백은 페이스트 중량의 20%까지 첨가하여도 물성에 큰 영향을 미치지 않음을 확인하였음. | ○ 100 |
| ○ 블렌딩 물성 소재 및 분지아미노산 고단백 소재의 소화물성 분석 | ○ 소화 모방 시스템을 활용하여 블렌딩 물성 소재가 적용된 고단백 무스식의 물성을 분석 시 전단희석(shear-thinning) 특성을 확인하였고, 단단한 강도를 가질수록 소화 분해가 지연되는 것을 확인하였고, 소화유동 특성 모델식을 성공적($R^2 > 0.98$)으로 확립함. | ○ 100 |

| | | |
|--|--|----------------|
| ○ 블렌딩 소재 적용에 따른 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 물성 분석 | ○ 블렌딩 소재가 적용된 영양밀도 개선 고령친화식품의 소화 물성을 분석하여, 전단희석 현상을 확인하였고, 농도별로 소화 유동 특성 모델을 확립함. 더 나아가, 시판용 영양밀도 개선 고단백 무스식 5 가지에 대한 고화 물성 특성을 추가적으로 분석함. | ○ 100 |
| ○ 영양밀도가 개선된 연하식의 영양분석 및 임상적 영양평가 | ○ CAN-Pro 프로그램을 이용하여 영양밀도가 개선된 연하식이 포함된 연하식단을 구성하였으며 해당 식단의 영양분석을 일별, 월별로 진행함. ○ 영양밀도가 개선된 연하식 8종을 섭취한 후 수분 및 영양상태를 판정함. | ○ 100 ○ 100 |
| ○ 영양밀도가 개선된 연하식의 소비자 기호도(선호도) 평가 | ○ 영양밀도가 개선된 연하식 무스 및 양갱 8종의 소비자 기호도(선호도)를 평가함. | ○ 100 |
| ○ 연하식사 섭취 및 식사관리 방법 제공을 위한 교육안(메뉴얼) 작성 | ○ 연하식사 섭취 및 식사관리 방법 제공을 위한 교육안(메뉴얼)을 작성하고 연구 참여자들을 대상으로 섭취 교육을 진행함. ○ 섭취 교육 진행 후 연구 참여자 및 보호자의 의견과 질문들을 반영하여 구체적으로 서술된 현장 메뉴얼을 작성함. | ○ 100 ○ 100 |

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 설정한 '사업화지표'는 특허출원을 제외하고 모든 지표의 목표를 초과 달성하였으며, '연구기반지표'는 비SCI 논문을 제외하고 모두 성공적으로 목표 대비 초과 실적을 달성하였음.
- '연구기반지표' 중 학술성과로서 SCI 논문 비SCI 논문 실적 목표를 각각 4건, 6건으로 설정하였으며, 연구기간 내에 SCI 논문 실적은 5건으로 목표를 충족하였으나 비SCI의 경우는 2건 달성이므로 목표 미달성하였음.

2) 자체 보완활동

- 본 사업을 통해서 얻어진 결과에 대한 질적 수준이 높다고 판단하여, 해당 연구 결과를 SCI 논문에 게재하는 것에 초점을 맞추어 연구를 수행하였으며, 과제 협약서에 명시된 SCI 논문 실적 목표를 초과 달성하였음(계획: 4건/ 달성: 5건).
- 연구개발 2단계에서 도출한 연구 결과를 비SCI급 저널 중 2곳(한국식품과학회지, 한국산업식품공학회지)에 추가 게재할 계획으로 현재 준비 중에 있음.
(연구기간 종료 후 학술실적으로 반영)
- 2024년 비SCI 논문 2건에 대해 추가 게재를 진행하였으나, 연구기간 내 실적으로는 반영되지 못하였음.
- 특허의 경우 3건을 출원하였으며 현재 관련 심사 진행 중에 있음.

3) 연구개발 과정의 성실성

- 본 연구는 식품용 종균인 바실러스를 이용한 발효공정을 통해 분지아미노산 함량을 최적화한 단백질 강화용 소재를 개발하고, 이를 적용한 영양밀도 강화 고령친화식품의 상품화를 목표로 진행되었음.
- 과제 협약서에 제시한 연구계획을 토대로 최종 연구목표를 달성하기 위하여 각 단계별 연구 목표에 맞추어 성실하게 연구를 수행한 결과, 사업화지표로 설정한 목표는 모두 초과 달성하였으며, 연구기반지표의 경우 비SCI 학술발표 항목을 제외하고는 모두 목표 대비 초과 달성하였음.
- 다만, 연구를 통해 얻은 우수한 결과를 SCI 논문에 게재하는 방향이 더 학술적 가치가 높다는 판단으로 해당 결과를 SCI 논문 게재를 우선으로 하여 학술발표를 진행하였음. 이로 인해 연구기반지표 중 비SCI 논문의 목표 수준을 연구기간 내에 달성하지 못함.
- 그러나, 본 연구를 통해 확보된 결과물들을 토대로 비SCI급 저널에 논문 게재 진행을 계획하고 있으므로, 연구기간 종료 후 해당 목표를 무리없이 달성할 수 있을 것이라고 예상함.
- 출원된 특허 3건의 경우 현재 등록 절차와 관련된 심사가 진행중에 있으며, 본 연구를 통해 도출된 성과의 창의적인 측면을 고려해 볼 때 무리없이 절차가 마무리 될 수 있을 것으로 기대됨.

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 분지아미노산 고함유 단백질소재를 활용한 고단백 고령친화식품의 개발기술 확보함.
- 분지아미노산 강화, 고단백 고령친화식품(연하식품)의 대량생산 제조기술 확보함.
- 안정적이고 균일한 품질의 제품생산을 위한 품질관리조건을 수립함.

-
- 바실러스 종균의 새로운 활용 가능성의 제시에 대한 과학적 근거를 확보하였음.
 - 바실러스 종균을 이용한 고상 발효공정을 통해 고함유 분지아미노산 단백질의 제조기술을 확보하였으며, 유사한 발효산물의 개발의 근거기술로 활용이 가능함.
 - 고함유 분지아미노산 단백질의 고령친화식품에 대한 적용으로 영양밀도를 향상시킨 고령친화식품의 개발 및 산업화에 기여함.
 - 다양한 하이드로콜로이드가 가진 물성 특성을 토대로 최적 블렌딩 조합을 탐색함으로써, 현재 시판되고 있는 고령자용 연화 무스식에 곧바로 적용될 수 있는 소재를 발굴함.
 - 고령친화식품 제조용 젤화제 및 온도안정형 증점제 개발을 통한 수입 젤화제 대체 효과 및 국내 식품 소재 산업의 기술력을 증대시킴.
 - 고령자용 고단백 연화 무스식 제조를 위해 필요한 젤화 소재를 수입 소재에 의존하고 있는 상황에서, 본 연구를 통해 발굴된 소재를 적용함으로써 수입대체 효과뿐만 아니라 관련 국가 식품 기술 경쟁력을 확보함.
 - 고령자용 고단백 연화 무스식을 고령자가 집에서 간편하게 섭취할 수 있도록 레토르트 처리를 통해 저장안정성을 증진한 제품을 개발하여 소비자의 선호도를 증가시키고 제품의 경쟁력을 확보함.
 - 연하능력이 저하된 고령자를 위한 식단을 개발하여 영양학적으로 고령자가 건강한 노년기를 영위할 수 있도록 정보를 지원함.
 - 다양한 형태와 품목군의 고령친화식품을 개발하여 고령자들의 단조로운식이습관과 식단을 개선하여 영양 섭취 증진에 도움을 줄 수 있음.
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 분지아미노산을 활용한 다양한 형태의 고단백 고령친화 식품의 개발을 확대할 계획임.
 - 고령 및 연하장애 환자를 위한 식사대용 연화식 상품화를 통해 고령친화 식품시장의 확장 기회를 모색할 것임.
 - 분지아미노산 고생산 바실러스 균주에 대한 논문 및 특허 출원에 활용할 것임.
 - (주)에이치엔아이에 노하우 기술이전한 “식물성 발효단백소재 제조기술”에 대한 피드백과 기술개선의 자료로 활용할 것임.
 - 제작된 시제품과 이를 활용한 소재 제품화의 근거로 활용할 것이며, 소비자의 클레임 및 질의에 대응할 자료로 활용할 계획임.
 - 저작 및 연하장애를 겪고 있는 고령자의 경우 정상적인 식사 섭취를 통한 충분한 영양섭취가 어려운 가운데, 고령자에 적합한 다양한 물성을 가진 고단백 연화 무스식 제조가 가능함.
-

- 개발된 블렌딩 소재의 제조 기술에 대한 지식 재산권 확보 및 관련 기업으로의 기술 이전을 통해 상업화로의 가능성을 타진함.
- 개발된 레토르트 연하식 무스식을 기반으로 다른 식재료를 활용하여 새로운 제품을 개발할 수 있고 상업화할 수 있는 가능성을 발굴함.
- 개발된 연하식 메뉴 기반으로 식단 정보를 제공하여 활용방안을 제시함.
- 식사용 제품에 집중된 고령친화우수식품에서 품목군 확대로 매출 증진 및 고령친화식 시장 확대를 기대할 수 있음.

| 구분(정량 및 정성적 성과 항목) | | 연구개발 종료 후 5년 이내 | |
|---------------------|-------|--|--|
| 국외논문 | SCIE | | |
| | 비SCIE | | |
| | 계 | | |
| 국내논문 | SCIE | | |
| | 비SCIE | | |
| | 계 | | |
| 특허출원 | 국내 | | |
| | 국외 | | |
| | 계 | | |
| 특허등록 | 국내 | - 종료 후 1년 이내 특허등록 2건 등록예정 - 종료 후 2년 이내 특허등록 1건 등록예정 | |
| | 국외 | | |
| | 계 | - 종료 후 2년 이내 특허등록 총 3건 등록예정 | |
| 인력양성 | 학사 | | |
| | 석사 | | |
| | 박사 | | |
| | 계 | | |
| 사업화 | 상품출시 | | |
| | 기술이전 | | |
| | 공정개발 | | |
| 제품개발 | 시제품개발 | | |
| 비임상시험 실시 | | | |
| 임상시험 실시 (IND 승인) | 의약품 | 1상 | |
| | | 2상 | |
| | | 3상 | |
| | 의료기기 | | |
| 진료지침개발 | | | |
| 신의료기술개발 | | | |
| 성과홍보 | | | |
| 포상 및 수상실적 | | | |
| 정성적 성과 주요 내용 | | | |

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 '미래대응식품 기술개발' 연구개발사업 '고령 친화식품 적용을 위한 분지 아미노산 소재화 및 영양밀도 개선 기술 개발' 연구개발 과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원 전문기관)에서 시행한 '미래대응식품 기술개발' 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.