



식물성 대체 단백질 시장 및 연구 현황

Current status of market and research on plant based food

2021. 9. 3

세종대학교 식품생명공학부
기능성식품연구실 박성권



목 차

I. 식물성 대체 단백질의 정의

II. 식물성 대체 단백질 시장 현황

III. 식물성 대체 단백질 연구 현황

IV. 연구결과 및 향후 발전 전략

1 글로벌 식품 테마

소비자 맞춤형



Anytime, anywhere

New value equation

Life-stage nutrition

Sensory experience

Permissible indulgence

고유화/국제화



Back to local

Returning to roots

Internationalization of food

푸드테크



기능성 식품



건강한 식품



대체식품



Animal welfare

Dairy alternatives

Edible insects

Lab cultured meat

Meat analogues

지속가능성



Conscious consumption

Organic for me, organic for the plant

Plastic free future

The fight against food waste

The role of ethical brands

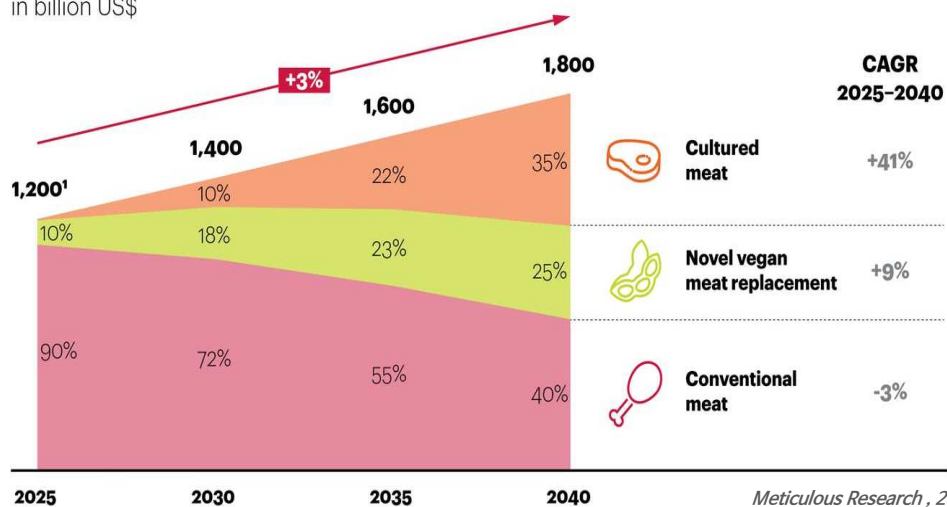
Source: modified from Euromonitor International

1 대체식품 시장 추이

구분	2017	2018	%	2019	2025	증감률 ('19~'25)
식물단백질 기반제품	7890.8	8395.8	87.2	8962.5	14319.8	8.1
곤충단백질 기반제품	514.8	607.5	6.3	722.9	2470.1	22.7
해조류단백질 기반제품	485.1	517.6	5.4	553.8	894.0	8.3
미생물단백질 기반제품	98.2	102.2	1.1	106.5	143.1	5.0
배양육	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	19.5
합계	8989.0	9623.1	100.0	10345.7	17858.6	9.5

Global meat consumption: By 2040, conventional meat supply will drop by more than 33%

in billion US\$



"By 2040, traditional meat consumption will be reduced by 33%, and the total meat demand will be replaced by 25% for vegetable alternatives and 35% for cultured meat."

ATKearney

"Considering animal welfare, health, wellness and environmental impacts, alternative meat will grow to \$140 billion in the next 10 years."

BARCLAYS

"ASF (African Swine Fever) is estimated to have reduced the supply of pork from China by more than 20 million tons, which is positive for the growth of China's alternative meat industry to act as a human being."

Jefferies

Strength

- 인구증가, 식량안보대비
- 영양성분 조절
- 지속가능성
- 신개념 푸드 투자확대

Weakness

- 고비용
- 소비자 인식
- 맛/식감

SWOT

- 건강, 종교, 동물윤리

- 채식과 다이어트, 맞춤형 식품 증가
- 푸드테크, 신개념 푸드 R&D 활성화
- 대체식품 연구투자 확대

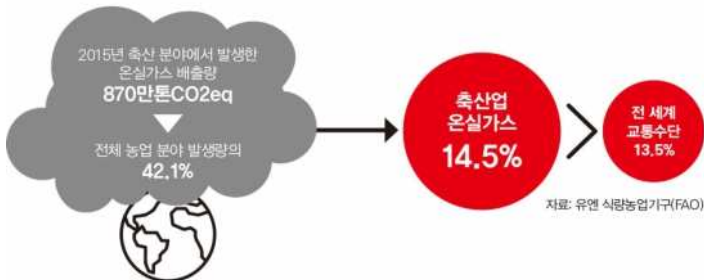
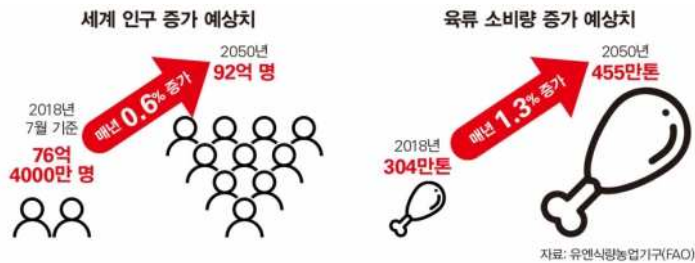
- 기존 식품-축산업계와 이해관계
- 분류체계, 명칭
- GMO, 안전성

Opportunities

Threat

1 식물성 대체 단백질의 정의

❖ why alternative protein?



자료: 2017 국가 온실가스 인벤토리 보고서



대표적인 대체고기 회사 비욘드 미트 매출액



- 인구증가
- 식육 소비 급증으로 식량 안보 및 지속가능성 위기
- 가축생산을 위한 자원 소요의 증가로 지속가능성 문제 대두
- 지구온난화, 환경, 자원 사용 문제와 전통 축산의 관련성
- 증가하는 축산물의 수요는 기존 축산 방식으로는 한계 봉착
- 동물복지, 가축질병, 식품안전과 소비자 소비문화의 변화

햄버거 패티 한장을 만드는데 소요되는 자원



- 3kg의 곡물과 사료
- 200L의 식수/관개수
- 7m²의 목초지/농지
- 261kcal의 화석 연료



Capper, 2011; Christie 등, 2008

1 식물성 대체 단백질의 정의

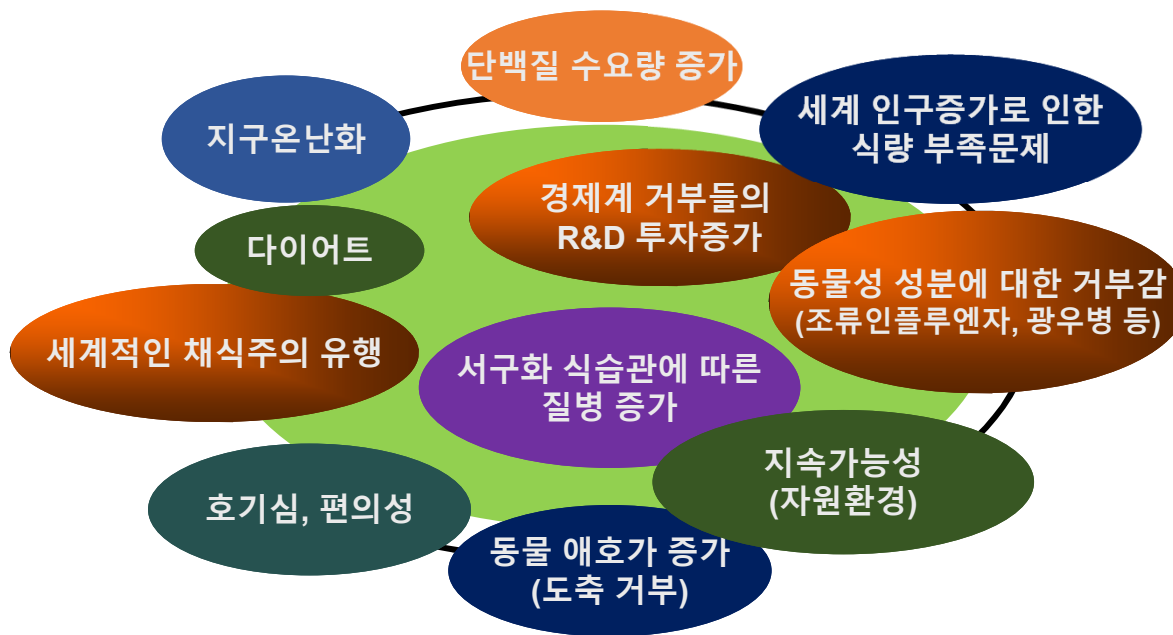
❖ why alternative protein?



식품업계는 올해를 이끌어 갈 식품 트렌드 중 하나로 채식을 꼽았습니다. 국내 채식 인구는 100만명에서 150만명으로 점점 증가하고 있습니다. 채식 관련 시장 또한 크게 성장했죠.



Feeding our planet **safe, accessible, and sustainable food takes firsts.**



1 식물성 대체 단백질의 정의

대체 식육의 종류와 특성

		일반 육류	식물성 대체육	식용곤충	배양육
정의 및 생산방법	-	전통적인 가축의 사육을 통한 식육 생산	식물성 단백질 또는 곰팡이를 이용하여 제조	식용이 가능한 모든 곤충	조직의 배양을 이용한 식육 생산
지속가능성	자원 사용	많음	매우 적음	적음	매우 적음
	온실가스 배출	높음	감소	감소	감소
영양가	-	변화 없음	높은 단백질 함량	높은 단백질 및 무기질 함량	지방산 조성 및 철분 함량 조절 가능
안전성	-	검증	검증	검증 진행 중	검증 필요
시장 적용가능성	대량 생산	가능	가능	가능	현재 제한적임 (기술 개발 중)
	가격	상승 중	낮음	보통	매우 높음
동물복지 문제	-	있음	없음	없음	없음
기존 육류 유사도	-	-	다소 낮음	낮음	유사함
한계점	-	미래 식육 수요 충족 불가	맛과 조직감 부족	소비자 혐오감	새로운 것에 대한 두려움

Modified from Bonny *et al.*, 2015

1 식물성 대체 단백질의 정의

❖ What is alternative protein?

❖ 동물성 재료가 아닌 **식물성** 재료를 이용하여 **고기**의 맛이 나도록 한 **음식**을 말한다.

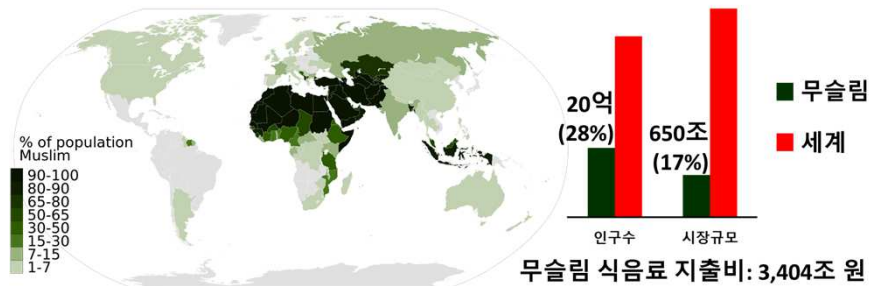
기존의 **콩고기**나 밀고기일 경우 맛과 향, 식감이 고기와 많이 달랐지만, 최근에는 많은 개량을 거쳐 진짜 고기와 구분하기 힘든 수준의 제품들도 나오고 있다.

가짜 고기(fake meat) 또는 인공 고기 라고도 한다.

- Plant-based meat closely resembles an animal-based meat product in its organoleptic properties, using one or a combination of alternative protein ingredients.



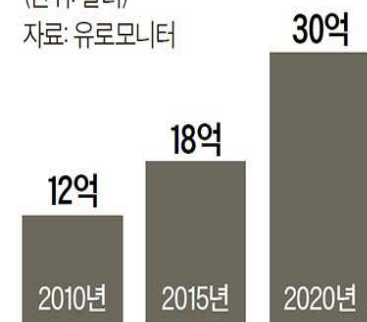
이 햄버거의 패티는 동물의 고기로 만들어진 것처럼 보이지만, 동물의 고기가 하나도 첨가되지 않은 식물성 고기다.



커지는 '식물성 고기' 시장

(단위: 달러)

자료: 유로모니터



1 식물성 대체 단백질의 역사

- **세이탄**: 6세기경 중국에서 개발된 식물고기로 밀글루텐으로 만들어져 고기와 유사한 식감이 특징.
- **두부**: 2000년 전 중국 한나라에서 제조, 일본, 베트남, 태국 등 여러 나라로 전파. 두부는 저렴하고 제조가 쉬워 세이탄보다 많이 각광을 받았지만 조직감은 고기에 비해 현저히 떨어짐.
- **템페**: 인도네시아 전통 음식으로 콩을 발효하여 영양과 저장성을 높임.
- **프로토즈 (누토즈)**: 1800년대 후반 John Harvey Kellogg가 개발, 땅콩버터, 콩가루, 옥수수전분, 양파, 소금등을 혼합하여 제작.



Ingredients

Traditional fermented foods used as meat analog

- Tofu

Jellied protein product

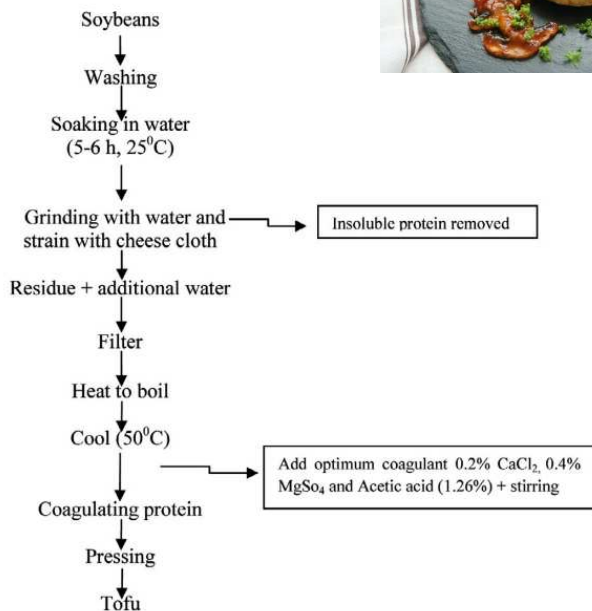


Fig. 6: Production technology of Tofu (Adopted from Bakshi et al. 2013)



- Tempeh



Fermented food in Indonesia

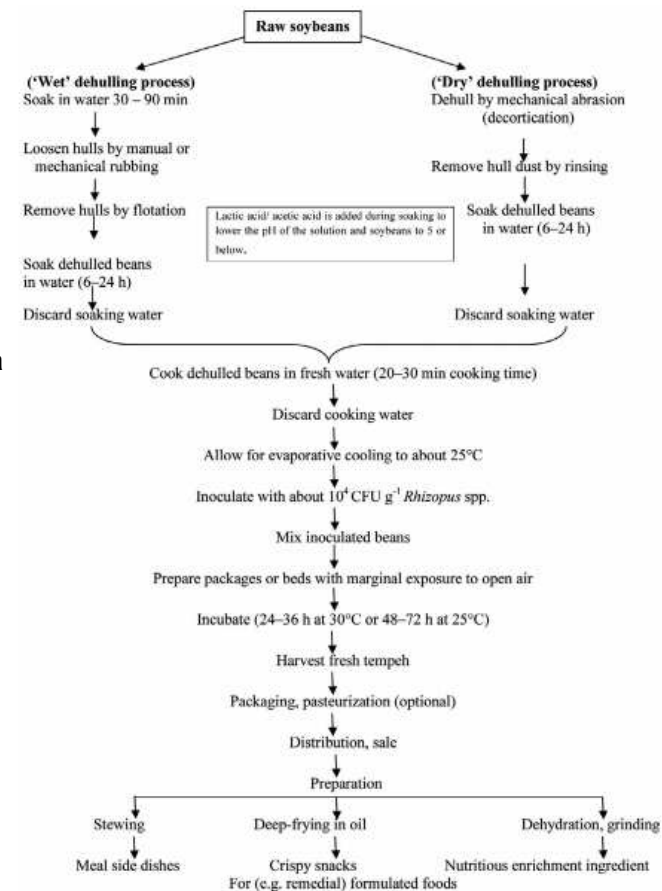


Fig. 7: Production technology of "Tempeh" (Adopted from Nout and Kiers, 2004)

인류의 건강, 환경, 윤리성 issue로 식물성 기반 식품개발의 필요성 및 시장이 확대
 → 육류대체 소재화 및 제품의 맛향미, 질질, 소재 등의 완성도를 높이는 기술개발 필요

사회적 측면 육류 소비증가로 건강 및 환경 문제가 대두되고 있음

- 식생활의 서구화로 육류 소비 증가 - 질병 유발
 - 국민 1인당 연간 고기 소비량 : '1980(11.3 kg)→'2020(51.3 kg), 4배 이상 ↑
- 육류의 과잉 생산 및 섭취로 환경문제 대두: 온실가스배출(30%), 숲 황폐화(80%)
- 공장식 축산 시스템의 지속가능성 문제: 대량 살처분, 전염병(조류독감, 구제역) 등

산업경제적 측면 식물성 대체육 국내외 식품시장이 확대될 것으로 전망됨

- 국외 식물성 대체육 시장이 확대되고 있음(국내 대체육 산업은 태동기임)
 - 국내: 완제품(일부 대기업 및 스타트업 제조 시작), 소재(수입에 의존)
 - 국외: 글로벌 다국적기업(네슬레, 카길 등)의 식물성 기반 식품 시장 확대



기술적 측면 식물성 대체육의 맛 퀄리티를 증대할 수 있는 소재 및 기술이 부족함

- 대체육 섭취 경험이 있는 소비자의 맛에 대한 불만족이 높음
 - 국내: 소비자의 불만족 이유 : 맛 > 식감 > 향미 > 위생(안전성) > 외관 순으로 나타남
(농촌경제연구원, 2020)
 - 미국: 식물기반 대체식품 구입의사는 맛(52%)이 중요한 요인 (Meticulous Research, 2019)

단위: 백만 달러

구분	2017년	2018년	비중			CAGR(%)
			2019년	2025년	2019년	
식물단백질 기반 제품	7,890.8	8,395.8	87.2	8,962.5	14,319.8	8.1
곤충단백질 기반 제품	514.8	607.5	6.3	722.9	2,470.1	22.7
해조류단백질 기반 제품	485.1	517.6	5.4	553.8	894.0	8.3
미생물단백질 기반 제품	98.2	102.2	1.1	106.5	143.1	5.0
배양육	0.0	0.0	0.0	0.0	31.6	19.5
전체	8,989.0	9,623.1	100.0	10,345.7	17,858.6	9.5

주 1) CGAR는 2019년부터 2025년까지의 연평균 증가율(Compound Annual Growth Rate)임.

2) 배양육의 연평균 증가율은 2021년(15.5백만 달러)부터 2025년(31.6백만 달러)까지의 증가율임.

자료: Meticulous Research(2019: 131).

- 식물단백질 시장 2017년부터 매년 증가
- 2025년에는 2017년 기준으로 2배정도 예상
- 최근 대기업이 제품시장에 두각을 나타내고 중소기업과 스타트업 기업들도 대거 등장하고 있음



지구인 컴퍼니

- 여러 업체와 협업
(서브웨이, 도미노피자, 세븐일레븐, 풀무원 등)
- 슬라이스, 패티, 민스 형태 개발



DEVOTION FOODS

- 패티와 미트볼 형태 개발
- 버거, 함박스테이크, 샐러드, 타코 활용
- 식물성 소스류 개발 및 출시



롯데 푸드

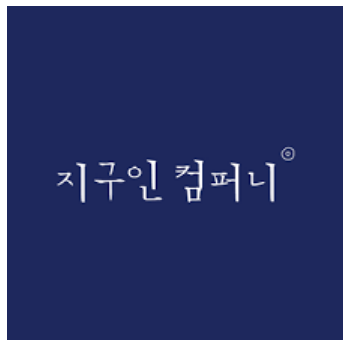
- 미라클버거, 스위트어스 어썸버거 출시
- 100% 통밀로 식물성 대체육 개발
- '제로미트', '고기대신' 브랜드 출시



Daily Vegan

- 완두콩 단백질 전문 기업
- 다양한 형태의 품목 (밀크, 바, 파우더)

2 시장/제품 현황, 국내



2017.07 지구인 컴퍼니 설립
 2019.10 언리미트 만두 출시
 2019.11 언리미트 슬라이스 1.0 출시
 2020.07 언리미트 슬라이스 1.5 출시

- 병아리콩, 퀴노아, 렌틸콩 등의 슈퍼푸드
- **고기향 극대화 (마이야르 리액션)**으로
 풍미와 쫄깃한 식감을 느낄 수 있는 제품
- 100% 식물성 콩단백질로 만든 고기를 사용한
 햄버거, 김밥 등도 선보임

Mad for Garlic 나래식품(주) SG DINEHILL FRESHCODE SSG.COM

SIMPLE PROJECT & CO Pulmuone 풀무원푸드머스 Salady The PlantEat green common 두수고방

hello nature sensory ZERO Kind Kitchen wadiz kakao commerce

Gourmet Tree 7EVEN Farm. VIDI리 비건마켓·비밀삼당 EARTH MEAL 솥담마켓



VEGAN

언리미트 슬라이스 230g

7,800원



VEGAN

언리미트 버거 패티 2개입

9,900원



VEGAN

언리미트 민스 230g

8,700원

TARGET

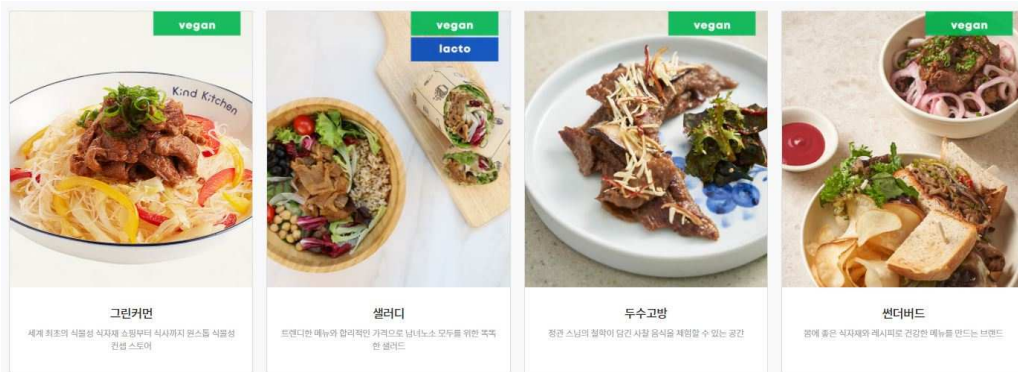
비건부터 플렉시테리언, 건강을 생각하는
 일반인까지 언리미트는 모두를 위한
 대체 식품입니다.

지속가능한 먹거리를 추구하는 플렉시테리언

- ✓ 사회적 소비와 생태주의, 개인의 건강 등을 이유로 지구환경에 최소한의 자취를 남기려고 노력하는 사람들
- ✓ 주로 채식을 하지만 때때로 고기나 생선도 섭취하는 유연한 채식주의자

식물성 음식만을 추구하는 비건

- ✓ 채식을 엄격히 실천하는 사람들
- ✓ 식물성 음식의 섭취로 다양한 음식과 맛 향유에 제한이 있었던 사람들



그린커먼

세계 최초의 식물성 식자재 소싱부터 식자재까지 민스를 식물성 김밥 스토어

썬러디

트렌디한 메뉴와 합리적인 가격으로 남녀노소 모두를 위한 폭넓은 썬러디

두수고방

평판 스님의 절미이 담긴 사찰 음식을 재현할 수 있는 공간

썬더버드

풍미 좋은 식자재와 케미스트리 건강한 메뉴를 만드는 브랜드



베지가든은?

베지가든은 건강과 지속가능한 먹거리를 위하여, 식물성 원료를 엄격히 연구하며 가치소비를 제공합니다.



베지가든 속이 보이는 알찬만두
향긋한 부추맛



베지가든 속이 보이는 알찬만두
매콤한 김치맛



베지가든 갈릭마요 소스



베지가든 체다치즈소스



맛있고 간편한
Vegan Food



신뢰성 있는
Vegan Food



Vegan Food
Solution



베지가든 사우전드 아일랜드 드레싱



베지가든 치올레 소스



베지가든 숲불향떡갈비

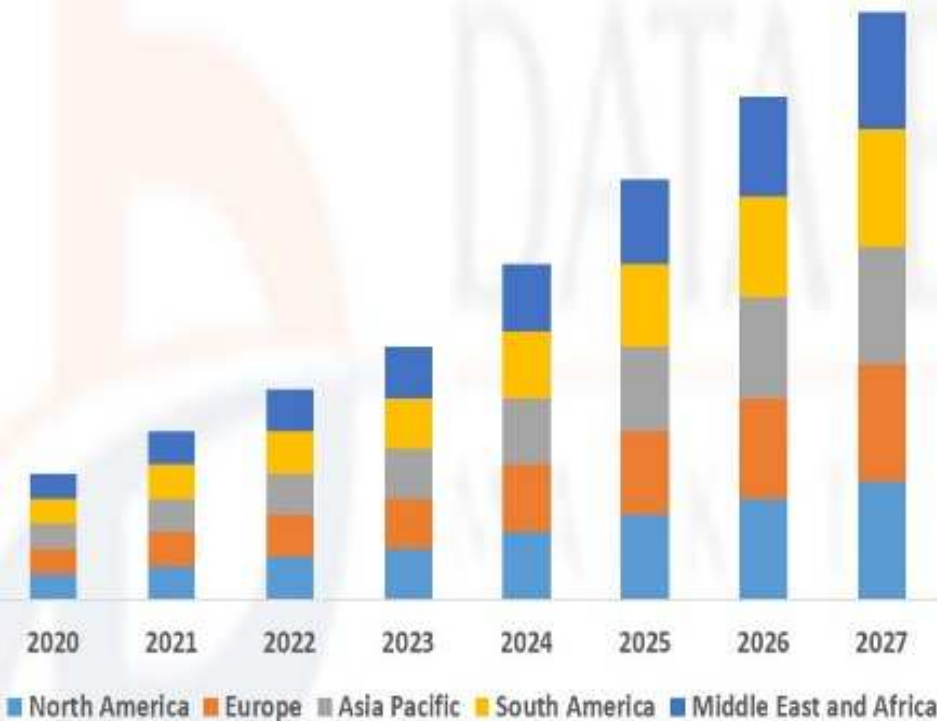


베지가든 속이꽂힌입완자

2 시장/제품 현황, 국외

- 세계 식물단백질 시장 규모 매년 증가
- 2025년에는 2020년 기준으로 2배정도 예상

Global Plant Based Protein Supplements Market is Expected to Account for USD 8.11 million by 2027



DMCA Protected © Data Bridge Market Research. All Rights Reserved.

Source: Data Bridge Market Research Market Analysis Study 2020

Global Plant Based Protein Supplements Market, By Regions, 2020 to 2027



DATA BRIDGE MARKET RESEARCH





Impossible Foods

- 패티, 미트볼, 간 소고기 형태 개발
- 콩에서 추출 색소(LegHeme)사용
- 버거킹과 '임파서블 와퍼' 개발 및 출시



Beyond Meat

- 패티와 소시지 형태 개발
- 완두콩 과 식물성재료를 혼합하여 제작
- 카놀라유를 이용하여 동물성 기름 대체



Rebellyous

- 대두 단백질과 밀, 쌀, 옥수수 전분 이용
- 패티, 텐더 치킨, 너겟 형태의 제품 판매
- 내부 육즙 형태를 구현



Gardein Protein

- 패티, 너겟, 미트볼 형태 개발 및 출시
- 식물성 단백질 다양한 육류 제품 출시 (소, 돼지, 닭과 칠면조)



Quorn Foods

- 곰팡이 유래 단백질(Mycoprotein)이용
- 국내 No brand 와 협업으로 제품 출시



Hooray Foods

- 표고버섯, 타피오카전분, 코코넛오일 이용
- 베이컨 형태의 제품 개발 및 출시
- 대두, 글루텐 알레르겐 미포함



Maple Leaf Food

- 기존 단백질 식품회사에서 변화 시도
- 템퍼형태의 식물단백질 제품 출시
- 식물성 우유, 요거트, 음료 등 개발 중



Amy's Kitchen

- 유기농 채소를 이용한 제품 개발
- 부리또, 수프, 피자형태의 제품 출시
- #VeggieBurgerDay 축제 진행



Omni pork

- 버섯, 완두콩, 콩, 쌀을 재료로 이용함
- 패티형태의 제품 출시
- 대만과 홍콩지역 시장



Just

- 패티와 액체형태의 제품 출시
- 콩단백질, 물, 오일을 재료로 이용함
- 식물성 계란으로 계란맛이 나는게 특징



Tofurky

- 밀단백, 옥수수단백, 두부를 이용
- 패티, 소시지, 햄 형태의 제품 출시
- 칠면조 맛이 나는 것이 특징



Vegan seastar

- 타피오카와 해조류를 재료로 이용함
- 사시미(회)형태의 제품을 출시함
- 사시미를 기본으로 다양한 품목 출시



This

- 대두단백질과 완두콩단백질 이용
- 철분과 비타민B12첨가로 영양강화
- 글루텐 프리 제품 개발 및 판매



Yves

- 농축 대두단백 과 병아리콩을 이용함
- MSG, 아질산염과 인공향료 사용 안함
- 글루텐 프리 제품 개발 및 판매



Plantcraft

- 완두콩, 해바라기씨 단백질을 이용함
- 견과류와 글루텐 제외로 알러지 친화적
- 녹색바나나 첨가로 영양강화



The dutch weedburger

- 대두단백, 완두콩, 밀단백질원을 이용
- 느타리버섯, 루핀, 스피룰리나 첨가함
- 해초 'Royal Kombu'를 조미료로 이용



Foodies

- 대두, 글루텐을 첨가하지 않고 개발
- 호박씨를 주재료로 이용함



Blondie's food truck

- 유기농 녹두와 누에콩을 재료로 이용함
- 파우더 형태의 제품 출시
- 파우더를 물과 기름에 섞을 수 있음



Gourmet Evolution

- 완두콩 단백질 이용함
- 슬라이스형태의 제품 출시 (샌드위치)
- 글루텐프리, 소이프리 제품 개발 판매



Nobullburger

- 녹색 렌틸콩, 퀴노아, 치아씨드 이용
- 글루텐 프리 제품 개발 및 판매



Sunflowerfamily

- 해바라기 씨앗, 단백질을 이용함
- 대두, 글루텐, 땅콩 알레르겐 미포함



Moku foods

- 병아리콩을 이용한 버섯기반 육포개발
- King oyster mushroom 이용
- 메이플시럽으로 감미료를 대체함



OZO foods

- 완두콩, 쌀단백질을 이용함
- 표고 균사체로 완두콩, 쌀 발효시킴
- 발효과정 통해 소화율 높은 제품 개발



Smithfield

- 콩, 완두콩 단백질을 이용함
- 미트볼, 패티와 다짐육 형태 개발



The Meatless Farm Co

- 대두, 완두, 쌀 단백질 이용
- 버거 패티, 소시지를, 다짐육 등 판매



Alpha Foods

- 대두, 밀 단백질 이용
- 버거, 패티, 너겟, 부리또 등 판매



Sunfed Meats

- 노란 완두콩 단백질, 냉압착 올리브유 이용
- 대두, 글루텐 알레르겐 미포함
- 치킨, 소고기, 베이컨 형태의 제품 판매



Atlast Food Co

- 균사체를 이용해 베이컨 개발
- 글루텐, 계란, 대두 알레르겐 미포함



Outstanding Foods

- 완두콩, 현미 단백질을 이용한 스낵 판매
- 매운맛, 바비큐맛 등 여러가지 맛 개발
- 고단백질, 글루텐 프리 제품 개발 출시



Good Dot

- 대두, 귀리, 완두콩, 밀 단백질 이용함
- 슬라이스 형태의 제품 판매
- 양고기 대체육 개발 및 출시



No Evil Foods

- 치킨, 소시지, 돼지고기 형태 개발
- 부리또, 샌드위치, 샐러드등에 사용



Barbecue

- 식물성 바베크용 대체 육류제품 출시
- 폴드포크, 패티 형태의 제품을 개발

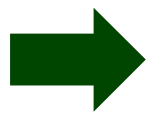
3P분석: 국내 제조업체 및 제품 분석

업체
현황

- 원료 식물성 조직 단백질 생산업체는 국내 2개 업체외 전무함
- 식물성 대체고기 제품 생산업체는 주로 수입 원료(대만)를 활용하여 업체별 가공 실시
- **소규모 업체에서 소량 생산**하여 판매: 전자상거래 판매 실시

품목
현황

- 떡갈비(버거류), 만두, 불고기, 재구성 육제품(너비아니), 까스류, 햄, 소시지
- 냉동 혹은 캔 형태로 제조



업체별 생산품목 간의 **차별성이 없고**,
제조업체가 겹치는 품목 다수



3P분석: 해외제품과 국내제품의 비교 분석

식물성 대체고기관련 제품 분석(2017년 기준)			식물성 고기 개선 방향																
원료(Base material)	국내 제품(Product)	국외 제품(Product)	원료 및 제품																
<p>- 한국 : 수입제품에 의존 : 호경테크 FTSP (TVP나 TSP에 비해 수화 후 일정하게 찢어져 가공에 유리)</p> <p>- 미국 : TVP 나 TSP 등을 기반으로 콩, 밀 등 식물에서 hem 추출, 식물성 고기 기술이 가장 발달함</p> <p>- 유럽 : 밀 단백질 기반의 인조고기 제품이 강점(콩 단백질 대비 글루텐 함량이 높음)</p>	<p>- 연간 매출액 약 60~70억원 규모 - 주요 판매제품 : 콩불고기, 콩소시지, 콩햄, 콩까스 등 - 주요 업체 : 베지푸드, 삼육식품, 소이마루, 채식사랑 등</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>제품</th> <th>세부사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 소이마루 ● 대만산 분리대두단백 및 쌀 콩단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 베지푸드 ● 대만산 분리대두단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) </td> </tr> </tbody> </table>	제품	세부사항		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 소이마루 ● 대만산 분리대두단백 및 쌀 콩단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) 		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 베지푸드 ● 대만산 분리대두단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) 	<p>- 연간 매출액 약 3조 2천억 규모 - 주요 판매제품 : 버거패티, 소시지 등 - 주요 업체 : AMY's Kitchen Inc , Beyond Meat, Impossible foods 등</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>제품</th> <th>세부사항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : AMY's Kitchen Inc (미국) ● 글루텐 및 유제품 무첨가 ● 채식 버거패티, 미트볼, 칠리 등 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Beyond Meat (미국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 / 콩 단백질을 이용한 소, 닭고기제조 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Cauldron Foods (영국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Impossible foods (미국) ● 채식 식물성 치즈 햄버거 / 식물성원료로 햄(Heme)추출 </td> </tr> </tbody> </table>	제품	세부사항		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : AMY's Kitchen Inc (미국) ● 글루텐 및 유제품 무첨가 ● 채식 버거패티, 미트볼, 칠리 등 		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Beyond Meat (미국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 / 콩 단백질을 이용한 소, 닭고기제조 		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Cauldron Foods (영국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 		<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Impossible foods (미국) ● 채식 식물성 치즈 햄버거 / 식물성원료로 햄(Heme)추출 	<p>1. 원료 가공 기술 - 식물성 대체고기 최적 원료 선정 - 원료 유래 이미/이취 제어 - 원료 가공 효율성 개선</p> <p>2. 제품 가공 기술 - 육류 유사 식감 및 관능 - 다양한 최종 제품 형태 (햄버거, 패티, 떡갈비 등) - 동물성 단백질대비 영양 성분 강화 제품 개발 (철분, 아연, 셀레늄, 비타민 B 복합체 등)</p> <p>3. 육류 대비 강점 - 클레스테롤 함량 ↓ - 식이섬유 함량 ↑</p>
제품	세부사항																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 소이마루 ● 대만산 분리대두단백 및 쌀 콩단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) 																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사: 베지푸드 ● 대만산 분리대두단백 이용 ● 한식형 식물성 고기 제조 (너비아니, 불고기, 동그랑땡 등) 																		
제품	세부사항																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : AMY's Kitchen Inc (미국) ● 글루텐 및 유제품 무첨가 ● 채식 버거패티, 미트볼, 칠리 등 																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Beyond Meat (미국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 / 콩 단백질을 이용한 소, 닭고기제조 																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Cauldron Foods (영국) ● 채식 버거패티, 소시지, 팔라펠, 커틀렛 																		
	<ul style="list-style-type: none"> ● 제조사 : Impossible foods (미국) ● 채식 식물성 치즈 햄버거 / 식물성원료로 햄(Heme)추출 																		

“각 원료 및 제품별 장점 강화 및 단점 보완 필요”

3P 분석: Patent & Paper

특허 현황

- 대부분 콩단백 제품의 품질 개선 측면으로 출원/등록되고 있음
 - 저작성 및 식감 개선: 도토리, 호두의 활용 방안
 - 대체고기의 재배합 방안: 글루텐과 식물성유 활용
 - 밀고기 조성: 콩과 밀의 조합 처리
 - Ca 강화를 위한 뽕잎분말 첨가 방안
- 기존 제품의 문제점 보완 측면으로 기술 개발을 시도

논문 현황

- 콩의 품종에 따른 콩고기의 특성 평가 또는 밀고기의 항산화 활성 평가 등의 단편적인 연구 문헌만 발표됨
- 식물성 대체고기에 대한 연구는 매우적음

❖ 식물성 대체 단백질 소재

- ❖ 동물성 재료가 아닌 식물성 재료로 만들기 때문에 단백질 소재, 대체지방, 결합제 등의 선발이 중요함.
- ❖ 예를 들어, 전분의 경우 익스트루전 과정에서 젤화되어 구조형성에 중요한 역할을 하고 젤라틴화에 의한 탄성 및 육색, 아미노산과 반응을 통한 maillard reaction에 영향.

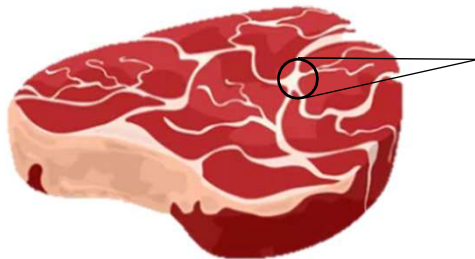
❖ 결합제 종류

Source	Meat binder
Animal protein	Caseinate, Whey protein, Plasma protein, Egg white, Collage
Vegetable protein	Soy protein, Wheat gluten, Pea protein, Corn germs protein
Carbohydrate	Starch, Starch Modified, Starch syrup, Corn syrup, Malto-dextrin
Gum	Carrageenan, Agar, Algin, Locust bean gum, Xanthan gum
Dietary fiber	Fiber, Cellulose, Carboxymethyl cellulose

❖ 식물성 대체 단백질 소재

❖ 지방 대체제

Source		Product type	properties
Carbohydrate	Oat bran and fiber	Beef patties	Proper tenderness, and low cooking loss
	Konjac gel	Sausages	High chewiness values, and low cooking loss
Protein	Soy protein	Frankfurters	Similar sensory and texture properties but purge loss
	Wheat gluten	Frankfurters	Tenderness, and high cooking loss due to loss holding capacity
lipid	beeswax, vegetable oil	Pate	No difference in textural parameter with control products.
	Ethycellulose, soy oil	Meat batter	desired tenderness, low cooking loss and excel in sensory properties



- **Fats** play a number of role in meat processed products. Like meat emulsion, texture, solubility, Lubrication, stability, mouthfeel, spreadability
- Fat replacers are mainly two types : **Fat mimetics** and **Fat substitute**
- **Fat mimetics** are replacer consist of **protein or carbohydrate** used partially.
- **Fat substitute** is consist of **lipid** source and used at 1:1 ratio with animal fat

❖ 식물성 대체 단백질 연구사례

- ❖ 식물성 대체육 소재 (단백질, 지방, 천연색소 등) 개발 및 최적화
- ❖ 식물성 대체육의 식감, 맛, 향 증진
- ❖ 물성분석 (Texture Profile Analysis; TPA), 익스트루전, 색도, 건강기능성 (DHHP, 항산화), GC/LC, gene/protein expression



TPA

❖ 대체 단백질 소재 탐색

- TVP, Yellow chlorella(YC), Spirulina(SPI), Duck weed(DW)
- 쌀단백질, mycoprotein, 현미 단백질, 완두, 병아리콩 등 저자극성이고 흡수 빠른 소재 기능성 테스트
- 건강기능성과 단백질 함량이 높은 식용곤충

❖ 대체 지방 소재 탐색

- 식물성 유지: gelator
- 식물성 유지 기반 이멀전 (W/O/W) 제작 및 테스트



완두콩



병아리콩



현미 단백질



식용 곤충

❖ 식물성 대체 단백질 연구사례

❖ 색소 소재 탐색 및 적용

1. Leghemoglobin (LegH)

- 콩 뿌리의 LegH 유전자
- 미생물, 효모를 이용하여 LegH 생산

2. 천연색소

천연색소 추출 및 기능성 테스트

3. Ion Exchange

헤모글로빈 유사구조 제작을 위해 마그네슘을 철이온으로 치환

4. 브라우닝

효소적/비효소적 브라우닝 기술적용 후 멜라닌 생성 및 갈변유도

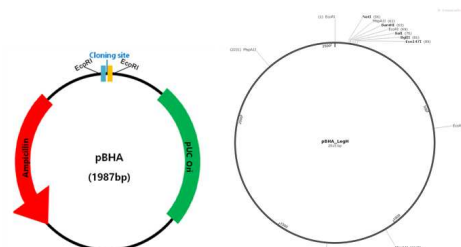


그림 8 Plasmid pBHA (size : 1970bp)

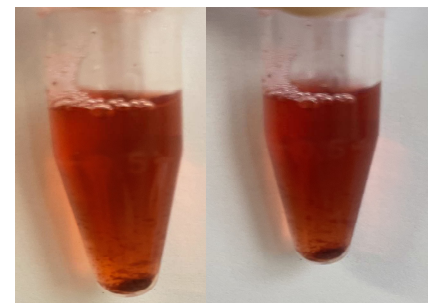
그림 9 Plasmid pBHA(with LegH) 와 제한효소 (size : 2513bp)



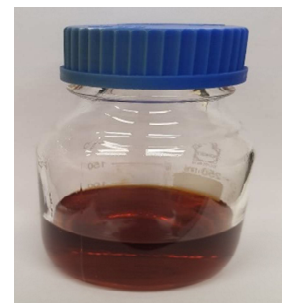
콩의 뿌리 단면



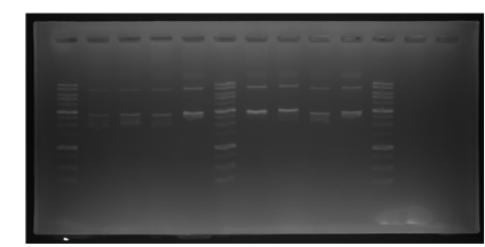
미생물을 이용한 LegH 색소 생산



천연색소 추출



Ion exchange 실험 결과



Ladder Ladder Ladder
그림 14. pBHA 전기영동 결과 (Ladder - 1kb)

❖ 식물성 대체 단백질 소재 연구

- ❖ 단백질 소재 탐색 및 기능성 분석연구
- ❖ Green foods: 섬유소, 무기질 및 미타민
 1. spirulina (SPI)
 2. yellow chlorella (YC)
 3. duckweed (DW)
- ❖ 식물대체식품 원료인 TVP를 SPI, YC, DW로 대체 (0.5~3.0%)

- ❖ Texture profile analyzer (TPA) 분석

- **Molding: 30g in each cell culture plate (60 X 15 mm)**
- **Steaming: 10 minutes at 180 °C**
- **Frozen**
- **Cooking for 180 °C**

- ❖ 색도 분석

- **L(brightness), a(redness), b(yellowness)**
- **L = 99.73 / a = -2.3 / b = 6.23**

- ❖ 관능평가

- **Cooking for 180 °C**
- **19 untrained panelists**
- **Nine-point hedonic scales (1 = extremely weak or dislike, 9 = extremely strong or like)**
- **Color, Odor/smell, Flavor, Appearance, Oiliness, Juiciness, Chewiness, Springiness, Overall acceptance**



❖ 식물성 대체 단백질 소재 연구

- ❖ 단백질 소재 탐색 및 기능성 분석연구
- ❖ 일반성분 분석:
 - 100g PBM
 - Association of Official Analytical Chemists (AOAC) method (AOAC, 2006)
- ❖ BCA assay
- ❖ Antioxidant activity by DPPH radical scavenging assay

❖ 식물성 대체 단백질 구성

Ingredient	Content (%)	Remarks
TVP	51.00 – 54.00	
Ingredient	0.00 – 3.00	
Shiitake mushrooms	10.00	
ISP	2.50	Increased density in the mouth
Wheat protein	3.50	Increased density in the mouth, TVP Binding
Tapioca starch	2.50	Increased density in the mouth
Beef bulgogi sauce	9.00	Meat flavor
Emulsion	12.00	
Salt	0.20	
Seasoning	0.90	Nutmeg Powder - 0.2% Pepper - 0.2% Palace Tteokgalbi Seasoning-0.5%
MC	1.00	TVP Binding
Garlic	0.50	
Onion	3.80	
Color	0.10	Cacao pigment - 0.075% Gardenia red - 0.025%
Purified water	3 times the of TVP	The purpose of soak

❖ Texture profiling

- As the protein component increases, it strengthens the gluten network (Lee et al., 2009).
- The more ingredients are added, the lower the moisture and the harder the texture (Lee et al., 2009; Kim et al., 2010).

Treatment	Texture profile							
	Chewiness	Hardness	Fracturability	Gumminess	Springiness	Adhesiveness	Cohesiveness	Resilience
	(N × mm)	(N)	(g)	(N)	(mm)	(N · s)	(%)	(%)
Control¹	66.17±4.24 ^b	49.60±1.96 ^{bc}	49.60±1.96 ^{bc}	23.60±1.22 ^b	2.80±0.08 ^a	0.20±0.00 ^a	0.47±0.01 ^a	0.12±0.01 ^{ab}
SPI 0.5²	41.83±3.45^c	44.16±1.96 ^{cd}	44.16±1.96 ^{cd}	17.32±0.68^{cd}	2.41±0.12^c	0.07±0.06 ^{ab}	0.39±0.00^{de}	0.11±0.01 ^{ab}
SPI 0.7³	42.07±7.07^c	41.57±2.90 ^{cd}	41.57±2.90 ^{cd}	16.84±1.80^{cd}	2.49±0.15^{bc}	0.07±0.06 ^{ab}	0.4±0.02^d	0.11±0.01 ^{ab}
SPI 1⁴	66.67±7.57 ^b	56.64±4.74 ^{ab}	56.64±4.74 ^{ab}	23.50±2.30 ^b	2.83±0.08 ^a	0.07±0.06 ^{ab}	0.42±0.01^{bcd}	0.11±0.01 ^{ab}
DW 0.5⁵	42.57±3.88^c	38.74±4.73^d	38.74±4.73^d	17.15±1.24^{cd}	2.73±0.08 ^{ab}	0.03±0.06^b	0.45±0.01 ^{abc}	0.11±0.01 ^{ab}
DW 0.7⁶	45.93±3.84^c	42.04±6.03 ^{cd}	42.04±6.03 ^{cd}	17.61±1.40^{cd}	2.61±0.08 ^{abc}	0.03±0.06^b	0.46±0.02 ^a	0.12±0.01 ^a
DW 1⁷	50.53±7.87^c	42.33±4.17 ^{cd}	42.33±4.17 ^{cd}	18.57±2.36^c	2.39±0.31^c	0.17±0.15 ^{ab}	0.41±0.04^{cd}	0.1±0.02 ^{bc}
YC 1⁸	27.27±3.99^d	42.60±1.42 ^{cd}	42.60±1.42 ^{cd}	14.49±1.33^d	1.87±0.11^d	0.10±0.10 ^{ab}	0.34±0.03^f	0.08±0.01^c
YC 2⁹	38.50±12.8^c	48.66±6.87 ^c	48.66±6.87 ^c	17.94±3.67^{cd}	2.11±0.30^d	0.03±0.06^b	0.36±0.03^{ef}	0.1±0.02 ^{bc}
YC 3¹⁰	78.13±2.32^a	62.61±4.74^a	62.61±4.74^a	28.14±0.94^a	2.78±0.06 ^{ab}	0.07±0.12 ^{ab}	0.45±0.02 ^{ab}	0.11±0.02 ^a

The results shown as mean ± standard deviation (n = 3). ^{a, b, c, d, e, f} Means with the different letter are significantly different by R Program (p<0.05). ¹Control: PBM without treatment, ²SPI 0.5: 0.5 % of Spirulina in PBM, ³ SPI 0.7: 0.7 % of Spirulina in PBM, ⁴ SPI 1: 1.0 % of Spirulina in PBM, ⁵DW 0.5: 0.5 % of Duck Weed in PBM, ⁶DW 0.7: 0.7 % of Duck Weed in PBM, ⁷DW 1: 1.0 % of Duck Weed in PBM, ⁸YC 0.5: 0.5 % of Yellow Chlorella in PBM, ⁹YC 0.7: 0.7 % of Yellow Chlorella in PBM, ¹⁰YC 1: 1.0 % of Yellow Chlorella in PBM.

❖ Color measurements

- SPI, DW darker, YC brighter than control
- SPI and DW groups were less redder than control
- YC group showed more yellow color than control

Color property	Treatment									
	Control ¹	SPI 0.5 ²	SPI 0.7 ³	SPI 1 ⁴	DW 0.5 ⁵	DW 0.7 ⁶	DW 1 ⁷	YC 1 ⁸	YC 2 ⁹	YC 3 ¹⁰
L* value	-61.53±1.37 ^{bc}	-60.37±2.25 ^b	-63.1±2.69 ^{bc}	-64.97±0.3^{bed}	-61.13±5.42 ^{bc}	-66.2±4.11 ^{cd}	-61.13±3.14^d	-55.37±0.8^a	-55.13±1.82^a	-53.73±1.38^a
a* value	11.1±0.9 ^a	6.5±1.15^c	5.17±0.55^d	4.13±0.23^d	9.7±1.04 ^{ab}	9.57±0.57^b	9.23±0.23^b	9.77±1.05 ^{ab}	10.47±0.57 ^{ab}	10.47±0.64 ^{ab}
b* value	12.77±0.15 ^{abc}	11.83±2.42 ^{abcd}	11.23±0.9^{abcd}	9.63±0.95 ^{cd}	12.63±2.46 ^{abc}	12.63±1.45^d	10.03±3.38 ^{bcd}	12.43±2.31 ^{abc}	13.5±1.25 ^{ab}	14.77±0.85 ^a

The results shown as mean ± standard deviation (n = 3). ^{a, b, c, d} Means with the different letter are significantly different by R Program (p<0.05). ¹Control: PBM without treatment, ²SPI 0.5: 0.5 % of Spirulina in PBM, ³SPI 0.7: 0.7 % of Spirulina in PBM, ⁴SPI 1: 1.0 % of Spirulina in PBM, ⁵DW 0.5: 0.5 % of Duck Weed in PBM, ⁶DW 0.7: 0.7 % of Duck Weed in PBM, ⁷DW 1: 1.0 % of Duck Weed in PBM, ⁸YC 0.5: 0.5 % of Yellow Chlorella in PBM, ⁹YC 0.7: 0.7 % of Yellow Chlorella in PBM, ¹⁰YC 1: 1.0 % of Yellow Chlorella in PBM.

❖ Moisture, fat, ash contents

- The SPI, DW and YC has been reported to have high mineral content (Shin et al., 2002; Anderson et al., 2011; Nandeeshha et al., 1998; Cho et al., 2008).
- Ash content was higher in SPI 1, DW1, and YC 3 group than in control showing the greater crude ash content as the amount added increased in PBM.

Parameters	Treatment									
	Control ¹	SPI 0.5 ²	SPI 0.7 ³	SPI 1 ⁴	DW 0.5 ⁵	DW 0.7 ⁶	DW 1 ⁷	YC 1 ⁸	YC 2 ⁹	YC 3 ¹⁰
Moisture Content (%)	11.76±1.59 ^a	12.33±1.44 ^a	9.63±2.28 ^a	10±1.49 ^a	10.23±0.99 ^a	8.9±0.58 ^a	4.17±3.54^b	11.18±3.72 ^a	10.81±0.89 ^a	10.81±0.86 ^a
Crude Fat (%)	5.37±1.65 ^b	6.76±2.52 ^{ab}	7.42±0.45 ^{ab}	8.1±0.56 ^{ab}	7.22±1.65 ^{ab}	9.32±5.05 ^{ab}	8.86±0.62 ^{ab}	6.55±0.51 ^{ab}	8.55±1.02 ^{ab}	9.73±3.42^a
Ash (%)	9.76±1.84 ^{b^c}	8.41±2.17 ^c	9.56±0.06 ^{bc}	17.93±1.65^a	8.25±1.67 ^c	14.51±3.97 ^{abc}	18.28±3.32^a	14.05±6.21 ^{abc}	14.97±4.9 ^{abc}	16.64±2.58^{ab}

The results shown as mean ± standard deviation (n = 3). ^{a, b, c} Means with the different letter are significantly different by R Program (p<0.05). ¹Control: PBM without treatment, ²SPI 0.5: 0.5 % of Spirulina in PBM, ³ SPI 0.7: 0.7 % of Spirulina in PBM, ⁴ SPI 1: 1.0 % of Spirulina in PBM, ⁵DW 0.5: 0.5 % of Duck Weed in PBM, ⁶DW 0.7: 0.7 % of Duck Weed in PBM, ⁷DW 1: 1.0 % of Duck Weed in PBM, ⁸YC 0.5: 0.5 % of Yellow Chlorella in PBM, ⁹YC 0.7: 0.7 % of Yellow Chlorella in PBM, ¹⁰YC 1: 1.0 % of Yellow Chlorella in PBM.

❖ Mineral contents

- Spirulina, duckweed, and yellow chlorella contain high levels of Zn, Fe, Mn, and Mg (Tuhy et al. 2015; Clark, P. B. et al., 1996; Anderson et al., 2011; Tang et al., 2011; Christaki, E et al., 2011).
- Concomitant to this result, Zn content was greater in SPI 1 and YC 3 in our current study. And Fe content was also higher in SPI 1 and YC 3

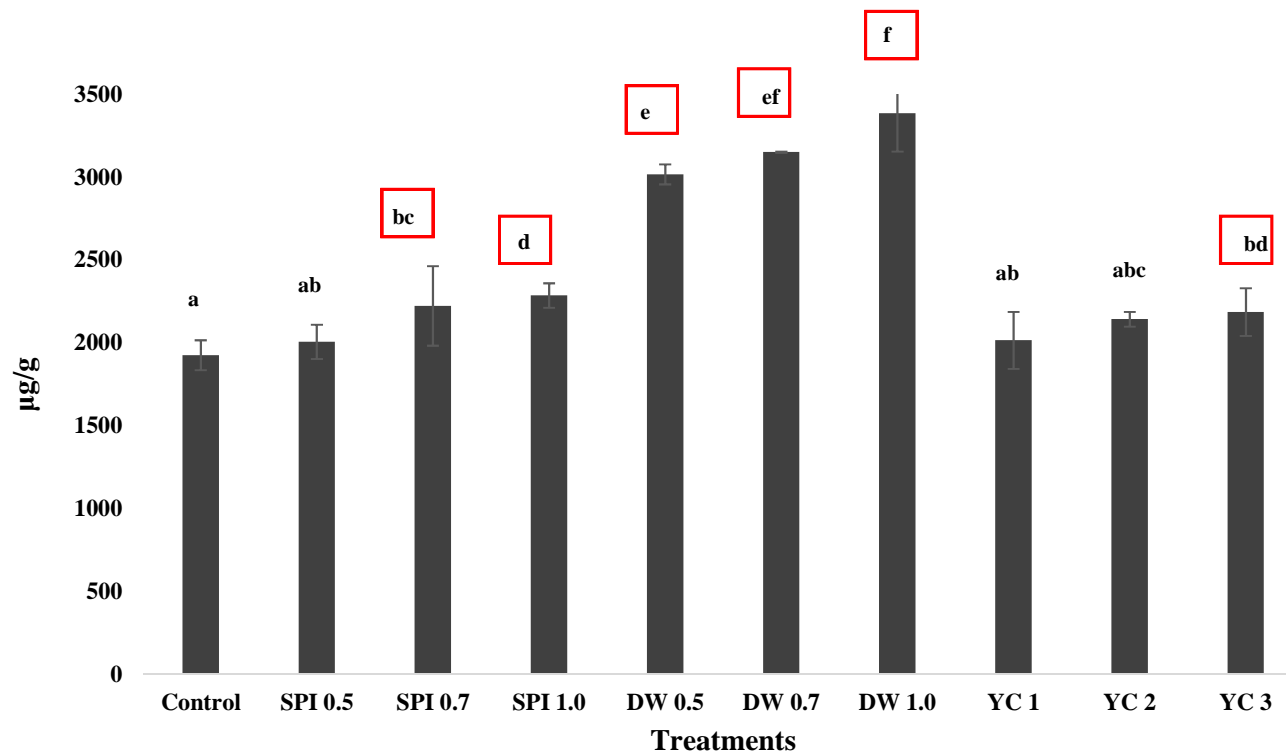
	Treatment									
	0 ¹	SPI 0.5 ²	SPI 0.7 ³	SPI 1 ⁴	DW 0.5 ⁵	DW 0.7 ⁶	DW 1 ⁷	YC 1 ⁸	YC 2 ⁹	YC 3 ¹⁰
Na (%)	0.38	0.38	0.41	0.42	0.35	0.37	0.3	0.34	0.35	0.41
K (%)	0.18	0.2	0.21	0.2	0.22	0.24	0.3	0.18	0.19	0.24
Zn (mg/kg)	27.92	41.26	45.31	49.72	16.99	25.33	46.67	39.34	51.46	58.15
Mn (mg/kg)	10.65	10.84	10.45	15.36	32.65	20.35	18.65	11.02	15.94	42.27
Fe (mg/kg)	36.11	22.21	23.02	24.87	23.29	28.09	50.45	23.4	35.33	64.48
Mg (mg/kg)	386.05	450.29	456.16	469.92	372.72	534.07	644.21	476.72	480.4	761.15
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hg (ppm)	0.01 ↓	0.01 ↓	0.01 ↓	ND	0.01 ↓	0.01 ↓	0.01 ↓	ND	ND	ND
As	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Not Detected

The results shown as mean ± standard deviation (n = 3). ¹Control: PBM without treatment, ²SPI 0.5: 0.5 % of Spirulina in PBM, ³SPI 0.7: 0.7 % of Spirulina in PBM, ⁴SPI 1: 1.0 % of Spirulina in PBM, ⁵DW 0.5: 0.5 % of Duck Weed in PBM, ⁶DW 0.7: 0.7 % of Duck Weed in PBM, ⁷DW 1: 1.0 % of Duck Weed in PBM, ⁸YC 1: 1.0 % of Yellow Chlorella in PBM, ⁹YC 2: 2.0 % of Yellow Chlorella in PBM, ¹⁰YC 3: 3.0 % of Yellow Chlorella in PBM

❖ Protein contents

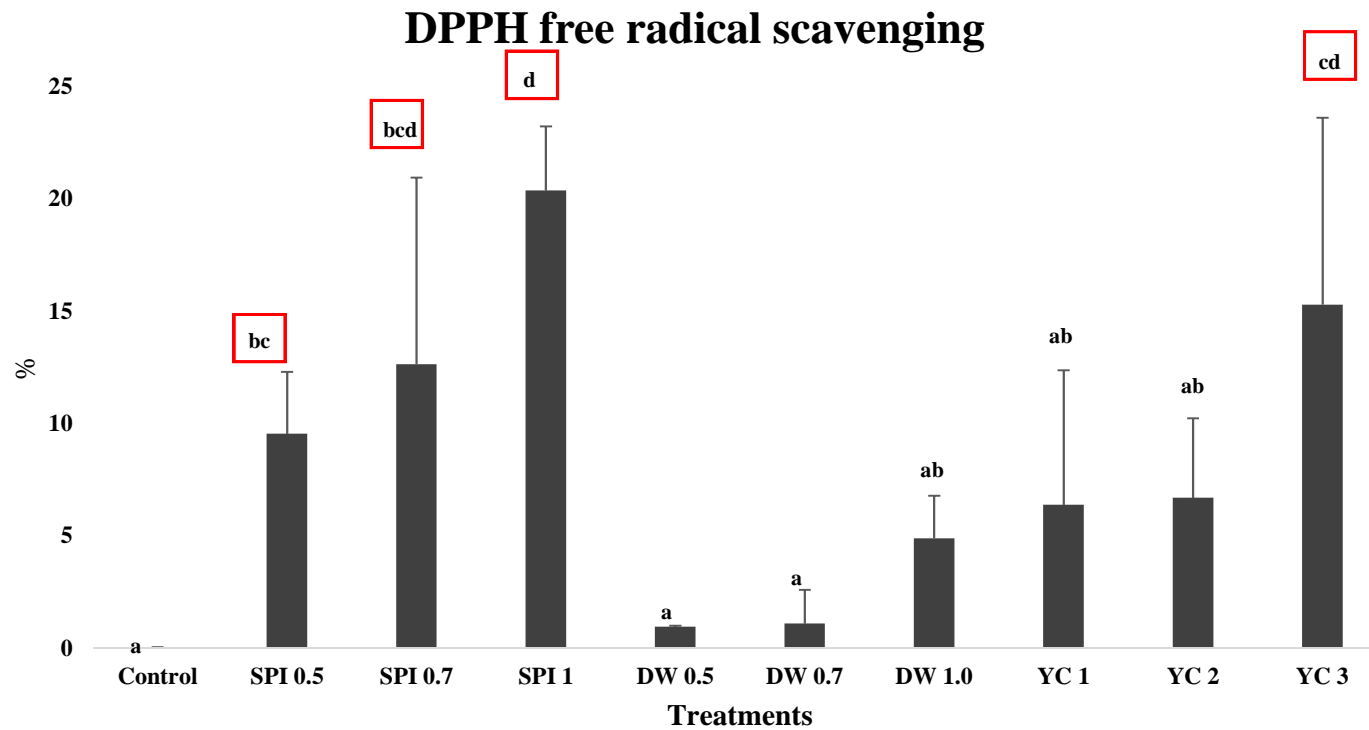
- Tang et al., (2011) reported that SPI contains 63% of protein, DW contains 29.05% (Anderson et al., 2011), and YC contains 55.76% (Co. Daesang, Seoul, Korea).
- SPI group showed more protein concentration than other groups.



The results shown as mean \pm standard deviation (n = 4). a, b, c, d, e, f Means with the different letter above a bar are significantly different by R Program (p<0.05).

❖ Antioxidant activity

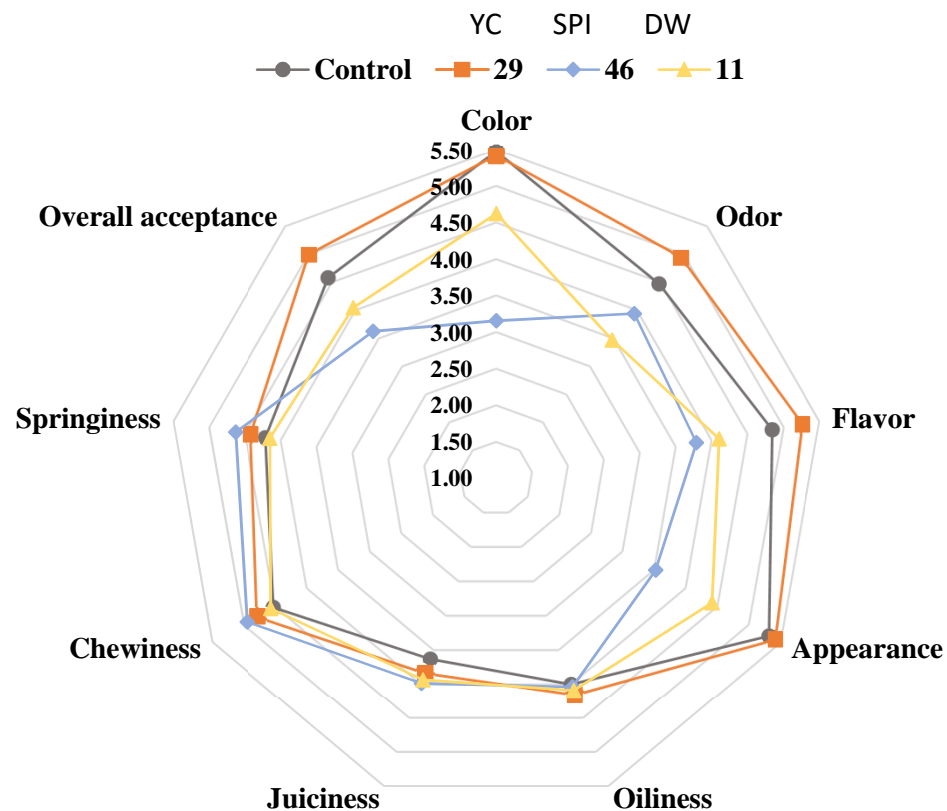
- SPI, DW, and YC showed strong antioxidant activities (Tang et al., 2011; Fradique et al., 2009; Lee et al., 2015; Kim et al., 2015; Deng et al., 2010) .
- DW group showed relatively lower antioxidant activity due to Vit C loss during hot water extraction process.



The results shown as mean \pm standard deviation (n = 4). a, b, c, d Means with the different letter above a bar are significantly different by R Program (p<0.05).

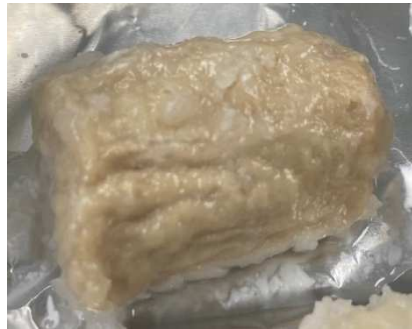
❖ Sensory evaluation

- In the sensory evaluation, all PBM showed no significant difference ($p > 0.05$), but SPI 1 showed the lowest value in color and appearance ($p < 0.05$).
- This is consistent with the result that the group with the lowest redness in the above chromaticity evaluation was SPI. This is because red color is important in meat (Kim et al., 2008).



❖ 시제품 형태

1. 비분쇄육 (치킨)



조리 전



조리 후



조리 후 단면

2. 분쇄육 (패티, 수육)



패티 형태



수육 형태

❖ 향후 계획

- 기존 식물 고기 이취 저감
- 알레르기 유발성 저감 식물성 대체육 생산을 위한 효소 및 발효 처리 연구
- 항알레르기 및 항산화 관련 새로운 천연 소재 발굴
- 콜레스테롤 저감 소재의 저감효능 검증
- 새로운 소재를 이용한 다양한 형태의 식물고기 제작 및 식감/향/맛 최적화
- 건강기능성 대체 소재에 대한 향미 증진

경청해 주셔서 감사합니다

