

산업용 초고압살균시스템을 이용한 신선 사과주스의 상품화(I)

Commercialization of Fresh Apple Juice with the High-Hydrostatic Pressure Pasteurization System on an Industrial Scale

김성수¹, 조형용², 김병철² | 지역특화산업연구단, (주)다손²
Sung-Soo Kim¹, Hyeong-Yong Cho², Byeong-Cheol Kim² |
Regional Food Industry Research Group¹, Dasonfood Com.²

초고압살균장치 및 설비에 대한 산업화 검토

초고압 장비 및 기술관련 국내외 현황 조사

국내

시스템 및 장치 개발 분야 기술현황

초고압은 기계적 또는 화학 등에 의한 충격적 방법에 의해 얻어지며, 일반적으로는 2~3 GPa을 초과하는 높은 압력으로 정의하고 있으나, 현재 일반 공업 및 산업에서 실용화된 압력은 기계장치에서의 에너지 전달을 포함하여 100~400 MPa 정도로 하고 있다. 초고압 발생 방법에는 유체를 전달매체로 이상적인 정수압을 얻는 방법, 부드러운 고체 물질을 매체로 하는 준정수압을 얻는 방법, 화학의 폭발로 인한 충동파를 이용하는 방법 등이 있다.

초고압과 관련된 국내의 기업은 보람IFT, 한국유

수압, 어드밴스텍 등이 있으며, 안전성, 작동의 간편성, 내열성 및 내구성을 고려한 기기를 연구, 제작, 판매하고 있으며 식품가공분야에서 응용하고 있는 고압관련 시스템 제작업체는 일신, U-Max, 디마퓨어텍 등이 있다.

그러나 비열살균기술에 이용되는 정수압으로 압력 범위인 300 MPa 이상의 압력을 발생하는 장치 및 시스템을 제작하는 업체는 전무하지만 100 MPa 발생할 수 있는 시스템을 디마퓨어텍에서 일본 동양공업의 OEM으로 생산하고 있으며 고압액화반응기라고 한다.

표 1에서는 장치 및 시스템 관련 특허 조사 현황을 나타내었다.

식품에 대한 초고압처리 가공분야 기술현황

국내에서는 90년대 말부터 lab 규모의 장치를 이용하여 비열살균에 의한 저장기간 연장, 단백질, 전분 등 생체 고분자성분의 변성, 가압에 의한 반조리, 기능성 식품개발 분야 등에 응용연구를 시작하여 식품에의 응용관련 특허 현황에서와 같이 다양

한 연구가 시도 되었으나(표 2) 상업적 규모의 생산이 가능한 장치 및 시스템의 부재로 상용화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

2006년에 상업적 규모의 시스템이 본 기술이전을 실시하고자 하는 (주)다손과 전략적 제휴를 맺은 해진물산에 도입(미국의 Avure사, 215 L)되어 굴가공에 적용, 일본 수출 및 국내시장에 제품 출시를 준비하고 있으며, 2007년에는 동원 F&B에 일본 미쓰비시사(현 고베철강) 초고압기가 도입되어 썬쿱이라는 즉석밥을 생산 및 판매하고 있고, 전남생물센터에 pilot 규모의 장비로서 미국의 Avure사의 35 L급 장비가 도입되어 태평양의 인삼가공 제품에 활용되다가 규모의 문제로 2008년 1월에 해진물산에서 OEM을 하고 있다.

위에 밝힌 3가지 상용화 제품은 비열살균기술로서의 적용이라기보다는 신규 가공기술로서의 활용으로 상업화를 이룬 경우이다.

국내에서 초고압살균 기술을 무방부제·무첨가제 생과일 주스 제품에 적용한 경우는 풀무원의 ‘아임리얼(I'm Real)’ 제품이 처음이며 2010년 5월부터 백화점 및 일부 대형마트에서 판매를 하고 있다. ‘아임리얼’의 경우 2007년 말에 출시되었지만 유통기한이 5일 밖에 되지 않아서 매우 한정된 지역의 전문 매장에만 공급되고 있었으나 초고압살균 기술을 활용하여 유통기한이 14일로 연장됨에 따라 그 판매처가 급증하고 있다.

식품에 대한 초고압처리 가공분야에서의 문제점 및 향후 전망

상업적 규모의 장치를 활용한 실질적인 연구개발이 필요하며, 상업적 규모의 반연속식 장치가 개발되어 대기업에서도 초고압을 이용한 새로운 제품 개발에 관심이 집중되고 있다.

초고압 기술은 경제성 문제에 대한 대책이 어느 정도 진행됨에 따라 식품의 살균, 단백질, 전분 등 생체 고분자성분의 변성, 유용성분의 추출, 식품의 보존, 가압에 의한 부동영역의 이용, 가압에 의한 반조리, 기능성 식품 개발 등 다양하게 응용이 되어 상용화가 가능해 지리라 사료된다.

국내 식품 중 가열살균이 적합하지 못한 식품들(예를 들면 녹즙, 탁주, 김치 등)이 있는데, 이러한 식품들은 비열처리 살균법을 사용하는 것이 바람직하다고 생각되기에, 국내에서도 좀 더 이 기술들에 관심을 가지고 더 많은 연구가 이루어져야 될 것으로 생각된다.

장치 및 시스템은 여전히 외국에서 고가를 주고 수입하여야 하므로 장치개발 분야의 연구지원이 절실히 필요하다고 판단된다.

국외

미래유망기술 분야 기술현황

고압을 이용한 기술로 압력의 범위에 따라 아임계(~10 MPa), 초임계(10~40 MPa), 고압(40~100

표 1. 장치 및 시스템 관련 특허

	출원번호	발명의 명칭	출원인
등록특허	10-2006-0078458	초고수압 살균장치 및 그의 이용방법	해진물산
등록특허	10-1992-0004941	고압식품처리장치	가부시키가이샤 고베 세이코쇼
한국공개실용신안	20-1993-0007984	초고압식품가공장치	윤화엽; 윤수원; 미가미이사오

표 2. 식품에의 응용관련 특허

	출원번호	발명의 명칭	출원인
등록특허	10-2006-0078458	초고수압 살균장치 및 그의 이용방법	해진물산
공개특허	10-2005-0069316	식품의 보존 방법	크래프트 후우즈 홀딩즈 인코포레이티드; 오하이오 스테이트 유니버시티 리서치 파운데이션
등록특허	10-1997-0014876	고압처리전분	콘 프로덕츠 인터내셔널 인코포레이티드
등록특허	10-2006-0081621	초고압 처리에 의한 굴의 저장성 증진 방법	제주대학교 산학협력단
등록특허	10-2004-0015210	초고압을 이용한 전분 가수분해방법	경희대학교 산학협력단
등록특허	10-2002-0025239	초고압을 이용한 신규한 인삼가공 방법	그린바이오텍
공개특허	10-1996-0060317	당근주스의 제조방법	씨제이 주식회사
공개특허	10-1994-0036925	고압처리에 의한 녹즙의 제조방법	씨제이 주식회사
등록특허	10-1995-0050654	초고압을 이용한 김치류의 저장성 향상방법	씨제이 주식회사
공개특허	10-1995-0000323	초고압을 이용한 페이스트상 식품의 새로운 살균방법	씨제이 주식회사
등록특허	10-1993-0027919	고압처리에 의한 조미마늘의 제조방법	씨제이 주식회사
등록특허	10-1992-0003661	무취화 마늘의 제조방법	씨제이 주식회사
공개특허	10-1993-0014134	파스퇴르 처리되지 않은 주스의 초고압 균질화 방법	더 코카콜라 컴파니
등록특허	10-2008-0010404	초고압 기술을 이용한 발효녹차의 가공방법	(주)아모레퍼시픽
등록특허	10-2008-0010405	초고압 기술을 이용한 녹차의 제조방법	(주)아모레퍼시픽
공개특허	10-2008-0067672	고압/효소분해공정에 의한 멸치 조미소재 및 그 제조방법	한국식품연구원
공개특허	10-2003-0070018	대두의 초고압 미세화를 통한 전성분 두유 및 두부의 제조 방법	한미메디케어(주)
등록특허	10-2007-0013252	저온 초고압 처리에 의한 약용식물의 가공방법	(주)동원에프앤비
등록특허	10-2008-0025000	초고압 처리를 통해 브로콜리의 설폴라판 함량을 증폭하는 방법	한국과학기술연구원
등록특허	10-2000-0024190	저식염 속성발효 젓갈의 제조 및 저장성 증진 방법	목철균; 임상빈
공개특허	10-2008-0020667	식용재료의 초고압 처리방법	(주)캠포트; 전남대학교 산학협력단
등록특허	10-2007-0028741	초고압(High hydrostatic pressure)을 이용하여 오죽잎으로부터 항산화활성물질을 추출하는 방법	한국과학기술연구원
공개특허	10-2008-0118036	인삼 가공방법	(주)아모레퍼시픽

	출원번호	발명의 명칭	출원인
등록특허	10-2008-0064747	초고압 효소처리를 이용한 푸코이단 제조방법	호서대학교 산학협력단; 내추럴초이스(주)
등록특허	10-2007-0134344	참돌꽃 뿌리 추출물의 제조방법	주식회사 그래미; 강원대학교 산학협력단
등록특허	10-2001-0086919	스러리 대응을 위한 초고압을 이용한 유화 분산장치	조용래
공개특허	10-2008-0106037	식품의 살균 방법	한국식품연구원
등록특허	10-2007-0005157	초고압 처리를 이용한 백삼 및 홍삼의 제조방법	주식회사 동원에프앤비
등록특허	10-2003-0061188	대두의 다단계 초고압 균질화를 통한 전성분 두유 및 두부의 제조방법	한미에프티 주식회사
공개특허	10-2007-0105945	초고압 처리를 이용한 레토르트 야채죽의 제조방법	주식회사 오투기
공개특허	10-2008-0012278	초고압을 이용한 인삼 추출물의 제조방법	(주)세종고려인삼; 주식회사 비티씨
공개특허	10-2008-0080141	고압/효소분해공정에 의한 쇠고기 조미소재 및 그 제조방법	한국식품연구원; (주)에스.앤.디
등록특허	10-2003-0008891	파 음료 및 이의 제조방법	한국식품연구원
등록특허	10-2000-0034835	양념육 제품의 제조방법	한국식품연구원
공개특허	10-2008-0082302	고압/효소분해공정에 의한 마늘 조미소재 및 그 제조방법	한국식품연구원; (주)에스.앤.디

MPa), high pressure homogenization(150~250 MPa), 초고압(100~900 MPa)으로 나누어 응용기술들이 개발되고 있다. 아임계는 주로 분석시 전처리 기술로 활용되고 있으나 현재는 천연물로부터 천연 색소나 향을 추출하는 장치나 공정개발에 집중되고 초임계는 추출 또는 분리에 상용화가 이루어졌으며, 이를 이용한 nano입자 제조 및 NDS(nutrient delivery system) 연구에 초점이 맞추어 있다. 표 3은 국외의 초고압처리 기술 관련 특허 현황을 나타낸 것이다.

일본 및 벨기에 등에서는 고압(~100 MPa), 고온(~50℃) 조건 하에서 효소를 활용하여 가수분해를 촉진하는 기술이 개발되어 상용화 시점에 있고 나노에

멀전 및 분산분야에 high pressure homogenization 기술이 실용화 되었으며 초고압 기술은 식품가공의 전처리, 비열살균, 보존 및 새로운 가공기술로 활용되고 있다.

비열 가공 기술을 이용한 shelf-life 연장 및 응용 연구에는 pulsed electric field(PEF) as a pasteurization technology, high hydrostatic pressure(HPP) for pasteurization and sterilization of food, and extraction, pulsed light as a surface-disinfecting method 등이 있고 에너지 효율이 향상되고 친환경적인 가열대체 기술의 개발에는 ohmic heating, microwave, radio-frequency, induction heating, infrared techniques 등이 있다.

표 3. 식품에 대한 초고압처리 특허현황

국가	등록/공개번호	발명의 명칭	출원인
WO	2006096074 (공개번호)	HIGH PRESSURE PROCESSING OF BIOACTIVE COMPOSITIONS	FONTERRA CO-OPERATIVE GROUP LIMITED, CARROLL, Timothy, Joseph, PATEL, Hasmukh, Ambalal, GONZALEZ-MARTIN, Miguel, Alejandro, DEKKER, James, William, COLLETT, Michael, Anthony, LUBBERS, Marc, William
US	06177115	Ultra high pressure, high temperature food preservation process	
US	06207215	High temperature/ultra high pressure sterilization of foods	Kal Kan Foods, Inc.
WO	1997021361 (공개번호)	HIGH TEMPERATURE/ULTRA-HIGH PRESSURE STERILIZATION OF LOW ACID FOODS	KAL KAN FOODS, INC.
WO	2000015053 (공개번호)	ULTRA HIGH PRESSURE, HIGH TEMPERATURE FOOD PRESERVATION PROCESS	MEYER, Richard, S.
US	07101585	Ultra high pressure homogenization process for making a stable protein based acid beverage	Solae, LLC
WO	1999029187 (공개번호)	ULTRA HIGH PRESSURE, LOW TEMPERATURE FOOD PRESERVATION PROCESS	MEYER, Richard, S.

식품가공 분야에 활용되는 산업용 스케일 초고압 장치 개발 분야 기술현황

초고압 장비를 식품가공에 활용하는 국가들은 유럽, 미국, 일본이 주도하고 있으며 NC Hyperbaric(스페인), Avure(미국), 미쯔비시중공업(일본) 등에서 상업적 규모의 장치를 생산 및 판매하고 있다.

식품에 대한 초고압처리 가공분야 기술현황

고압 하에서의 생물학적/생화학적 변화를 살펴보면 다음과 같이 구분된다.

- 100 MPa : 단백질 해리, 세포막의 파괴, 효소 반응속도의 변화

- 200 MPa : 효소의 가역적 불활성화
- 300 MPa : 미생물 사멸, 바이러스 사멸
- 400 MPa : 전분의 호화, 단백질 변성 및 침전
- 500 MPa : 효소의 비가역적 불활성화
- 600 MPa : 내열성 포자의 사멸(허들 기술 이용)

2010년 현재 세계적으로 56개(한국 4개) 기업이 상업적 규모의 장치를 갖추고 있으며, 종업원 50명 이하의 기술 집약형 중소기업이 37% 정도를 차지하고 있다(그림 1).

식품 분야별 장비를 갖추고 있는 곳과 규모를 살펴보면 그림 2와 같이 육가공에 대형장비가 가동되고 있다.

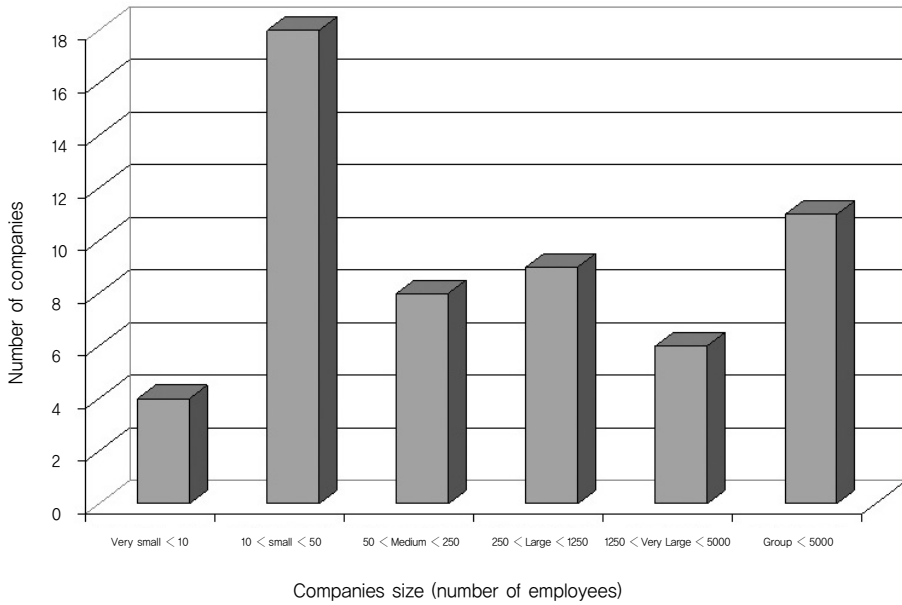


그림 1. 56 different HPP users companies known all over the world

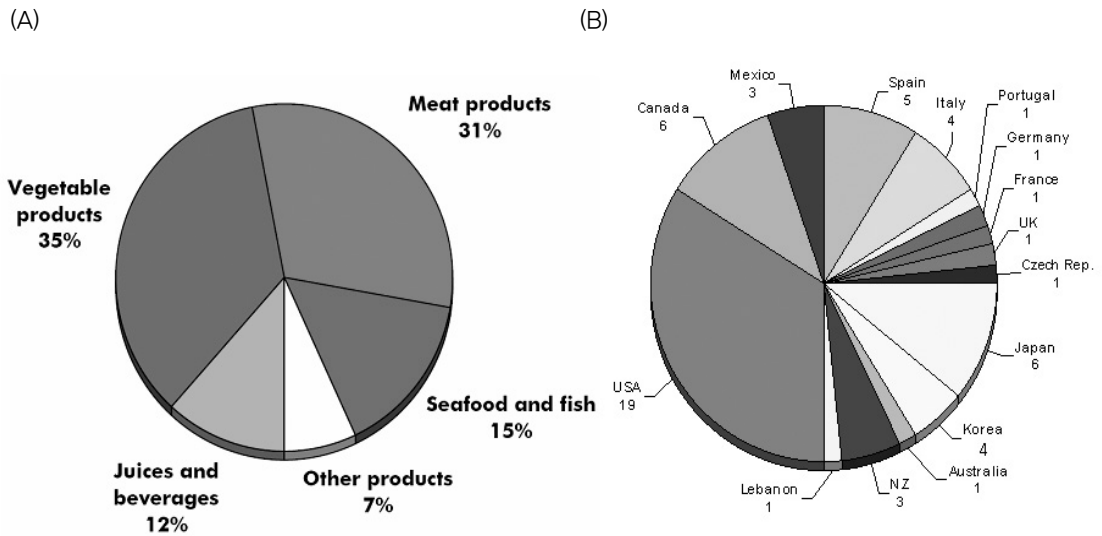


그림 2. % total number of machines (A) and number of companies per country (B)

식품에 대한 초고압처리 가공분야에서의

문제점 및 향후 전망

○ Why HPP industrial development in food is so slow?

- Induces color & texture modifications on fresh meat & fish,...
- Not efficient on low Aw products
- Not able to kill bacterial spores at room or chilled temperature
- No continuous equipment in for high flow beverage production
- Time & money consuming Novel food file could be required in Europe
- High investment cost (about 0.8 to 3 M€) for a majority innovative SME
- New products do not convince consumers, sometimes...

○ Why can we be optimistic for HPP industrial development in food?

- HPP is the only homogeneous non thermal post-packaging pasteurization

- Preserves bioactive components
- Safe process & good image in the public
- Very large range of foods processed: especially solids, liquids with particles,...
- Great help for shellfish shucking
- Easy installation and use of HPP machines in production line
- More and more RTE HPP products are successful in the market requiring:
 - ① Longer shelf-life
 - ② No additives / no salt
 - ③ High sensorial qualities
 - ④ Functional foods

초고압 장비 및 제품 조사

초고압 장비

상업적 규모의 초고압 장비를 생산 및 판매하고 있는 곳은 NC Hyperbaric(스페인)(그림 3), Avure(미국)(그림 4), 미쯔비시중공업(일본)(그림 5)이며 각 제품에 대한 내용은 다음과 같다(표 4).

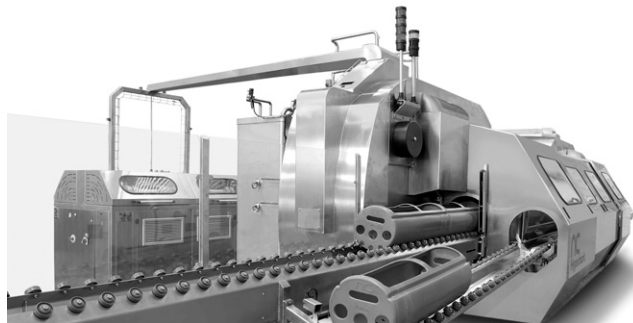


그림 3. NC Hyperbaric 초고압기






그림 4. Avure 초고압기



그림 5. 미쯔비시 초고압기

표 4. 초고압 장비 및 제품 주요 제조사

제조사	회사개요	설비개요	국내외 설치업체
 (스페인)	<ul style="list-style-type: none"> · 1999년 스페인 Burgos에서 설립 · 50년 동안 정밀산업 기기 제작 · 식품산업의 초고압장비 분야에 세계 선두 · IFT(Food Expo Innovation) 수상 (2008년도) 	<ul style="list-style-type: none"> · 형태: 수평형 설계 · 압력: ~6,000 bar · 온도: 5~50℃ · 설치가 용이하며, 식품 산업에 특화된 설계임 · 내구성/사용 편리성 우수 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내: 풀무원 (신선음료 및 녹즙가공) · 해외: 전세계 약 50개 정도 가동됨(스페인, 이태리, 독일, 그리스, 폴란드, 미국, 캐나다, 호주, 일본 등)
 (미국)	<ul style="list-style-type: none"> · 1999년에 ABB로부터 초고압장비 부분을 Avure사에서 인수함 · 수직형 기기를 제조하고 있으며 최근에 수평형 기기를 출시함 	<ul style="list-style-type: none"> · 형태: 수직형 설계 · 최근에 수평형 개발 되었으며, 개발 초기에 1대를 판매하였음 · 압력: ~6,000 bar · 온도: 5~50℃ · 글로벌 식품산업 진출은 NC사 보다 늦음 · 현재 AS지원이 문제 되고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내: 해진물산 · 해외: 전세계 약 20개 정도 가동됨(캐나다, 미국 등)
 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> · 살균보다는 식품가공에 활용되는 장비임 · 비가열 살균에는 부적당한 설비임 	<ul style="list-style-type: none"> · 형태: 수직형 설계 · 압력: ~4,000 bar 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내: 동원(밥: 쉐쿱 가공) · 해외: 주로 일본 내에서 사용됨

현재 스페인의 NC Hyperbaric사의 초고압기를 사용하고 있는 대표적인 업체는 다음과 같다(그림 6).

- Donny Boy, Fonterra, Itoham, Sanpo, Mitsunori, Pillers, Santa Maria Foods, Verfruco, Maple Leaf Foods, Foster Farms, Hormel, Tyson, Kraft, Ocean Choice, Simply Fresco, Phoenix Foods, Campofrio, Espuña, IRTA, Martiko, Rodilla, ITACyL, IAN, Abraham, DIL, Rovagnati, Ferrarini, Fresherized Foods, Belgium(confidential), Holland (confidential), Premier Foods(confidential), Greece(confidential), Finland(confidential) 등

현재 미국의 Avure사의 초고압기를 사용하고 있는 대표적인 업체는 다음과 같다(그림 7).

- Food Science Australia, Austchilli, Aqaoysters, MacLab, ATA, Ghezzi, Frubaça, APC, AFBNI, Fresherized Foods, Hormel, Perdue Farms, Calavo, Motivait, Capebold Packers, Goose Point Oysters, Joey Oysters, Clearwater, Winsoms, Maple Lodge Farms 등

NC사와 Avure사를 사용하는 업체를 살펴보면 몇몇 업체의 경우에는 양 제조회사의 제품을 동시에 사용하고 있는 것을 알 수 있는데, 이러한 이유는 초기에는 Avure사의 장비를 구입하여 사용하다가 생산량의 증가 및 장비의 문제점 발생 등의 이유로 추가 장비도입 시 대부분 NC사의 초고압기를 구입하였기 때문인 것으로 판단된다. 현재 전체 식품 가공용 초고압기 판매량을 기준으로 약 70% 이상

● NC Hyperbaric

- **The leader in HPP for food industry during the last years.**
- The standard in HPP for food nowadays is clearly **horizontal** → **50대 정도 가동 중 the new version machines**
- **NC Hyperbaric's customers :**
Donny Boy; Fonterra; Itoham, Sanpo, Mitsunori; Pillers, Santa Maria Foods, Maple Leaf Foods, Foster Farms, Hormel, Tyson, Kraft, Ocean Choice, Simply Fresco, Verfruco, Phoenix Foods; Campofrio, Espuña, IRTA, Martiko, Rodilla, ITACyL, IAN, Abraham, Premier Foods(confidential), DIL, Rovagnati, Ferrarini, Greece (confidential), Finland(confidential), Belgium (confidential), Holland (confidential), Fresherized Foods

그림 6. NC Hyperbaric사 초고압기 사용 업체

● Avure

- **Specialized in the HPP world considering all the uses of industrial products-isostatic high pressure : aeronautics, flexiform, diamond forming.**
- **주요 사용 회사**
- Hormel
- Perdue Farms
- Fresherized Foods → **20대 정도 가동 중 the old version machines**
- **Avure's customers :**
Food Science Australia, Austchilli, Aqaoysters; MacLab; ATA, Ghezzi; Frubaça; AFBNI; Fresherized Foods, Hormel, Perdue Farms, Calavo, APC, Motivait, Goose Point Oysters, JoeyOysters, Clearwater, Capebold Packers, Winsoms, Maple Lodge Farms

그림 7. Avure사 초고압기 사용 업체

은 NC사가 점유하고 있고 30% 미만은 Avure사가 점유하고 있다.

초고압 장비의 구조에 대하여 살펴보면 수직형과 수평형으로 구분할 수 있다. 수직형 구조의 경우에는 제품의 input 및 output 공정이 매우 불편하고 매회 시간소비가 많으며 장비정비 시 매우 복잡하고 오래 걸리는 단점이 있다.

일반적으로 같은 용량을 비교할 경우 수직형 장비는 정비시간은 약 4시간 정도 소요되는 반면, 수평형 장비는 약 30분 정도면 충분하다. 또한 수직형 장비는 제품 loading시 높이에 의한 부수적인 설비(크레인 등)가 필요하고 인원이 최소 2명 이상이 요구되지만 수평형 장비는 제품 loading과 초고압 처리 후 제품이동이 편리하고 1명의 인원으로도 작업이 가능하다.

결국 구조적인 관점에서 도입해야 할 초고압

장비는 작업과 관리가 편리한 수평형 장비를 추천한다.

초고압 제품

초고압을 활용한 제품은 유럽, 미국 등 선진국을 중심으로 다양하게 생산 및 판매되고 있으며(표 5) 식품 가공 분야별로 그림 8과 같이 요약할 수 있다.

식품 가공 분야별로 약 50% 정도를 차지하는 음료 및 과채류 가공은 다음과 같은 장점을 가지고 있으며 개발 및 제품이 출시되고 있다.

- ① 위생 및 유통기한 연장
- ② 병원성 미생물의 파괴
- ③ 신선한 과채류의 맛, 색, 향 및 기능성분(비타민 등) 보존

표 5. 각국의 주스류 및 음료류에 초고압살균 이용 현황

국 가	연 도	제 품
일본	1991	포도주스
일본	1992	귤주스
프랑스	1994	감귤주스
멕시코	2000	감귤주스 및 스무디
레바논	2001	과일주스
미국	2001	사과주스
포르투갈	2001	사과주스 및 사과/감귤 혼합주스
이탈리아	2001	과채주스
미국	2002	오렌지주스, 레몬에이드 및 스무디
체코	2004	브로콜리/사과 혼합주스 및 당근주스
북아일랜드	2006	과일스무디
스페인	2007	과일스무디 및 주스
호주	2008	과일스무디 및 주스
한국	2010	과일주스(아임리얼)

- Destruction of pathogens : *Listeria, Salmonella, coliforms...*
- Shelf life increase
- Stabilisation of preservative-free or low salt content products

Country	Year	Product
Spain	1998	Sliced cooked ham and "tapas"
USA	2001	Sliced cooked products and prosciutto ham
USA	2001	Poultry products
USA	2002	Pre-cooked chicken and beef strips
Spain	2002	Sliced cooked chicken, ham and turkey products, Serrano cured ham
Italy	2003	Prosciutto ham, salami & pancetta
Germany	2004	Cured and smoked sliced and diced ham
Japan	2004	Nitrites-free bacon, sausages and sliced meat
USA	2005	Ready-to-eat meat based products
Spain	2005	Cured meat products & Serrano ham
Canada	2006	Cured & cooked meat products
USA	2006	Whole roasted chicken
USA	2006	Sliced cooked turkey and chicken
Canada	2008	Ready-to-eat meat meals
USA	2007	Chicken sausages
USA	2008	Cooked pork & beef sliced products
USA	2008	Pet food
Spain	2009	Duck liver products
Greece	2009	Meat products
Holland	2009	Natural meat spreads
Germany	2009	Research and contract processing
USA	2009	Natural ham & beef products

육류 가공

- Sanitisation and shelf life increase.
- Preservation of colour, flavour and vitamins.
- Reduction of the starch retrogradation of the rice.
- Reduction of PPO activity in avocado.

Country	Year	Product
Japan	1990	Fruit jams and fruit and vegetable sauces
Japan	1994	Pre-cooked & hypoallergenic rice
USA	1997	Avocado products : guacamole, sauces
Italy	2001	Fruit jams
USA	2002	Avocado products
Mexico	2003	Avocado products
USA	2003	Sliced onions
Canada	2003	Apple products : jam and sauce
USA	2004	Tofu
USA	2006	Tomato sauces
Korea	2007	Pre-cooked rice
Australia	2008	Fruit purees & coulis
Korea	2008	Ginseng

과채류 가공

- Shelf life increase
- Opening seafood shell
- Easy shellfish meat extraction
- Sanitization (inactivation of *Vibrio*)

Country	Year	Product
USA	1999	Oysters
USA	2001	Oysters
USA	2003	Crab
Canada	2004	Seafood
Canada	2004	Lobsters
N. Zealand	2004	Mussels shucking for meds
Italy	2004	Dealted cod
USA	2006	Lobsters
Canada	2006	Seafood
Japan	2007	Shellfish
USA	2008	Crab

해산물 가공

- Sanitisation and shelf life increase
- Destruction of pathogens microorganisms
- Preservation of colour, flavour & vitamins of freshly squeezed fruits

Country	Year	Product
Japan	1991	Grapefruit juice
Japan	1992	Mandarin juice
France	1994	Citrus juices
Mexico	2000	Citrus juices and smoothies
Lebanon	2001	Fruit juices
USA	2001	Apple juice
Portugal	2001	Apple & citrus blended apple juice
Italy	2001	Fruit and vegetable juices
USA	2002	Orange juice, lemonade and smoothies
Czech Republic	2004	Broccoli & apple, beetroot, carrot juices
Northern Ireland	2006	Smoothies
Spain	2007	Smoothies & juices
Australia	2008	Smoothies & juices

음료류 가공

- Dairy products
- ✓ Destruction of pathogens : *Listeria, Salmonella, coliforms...*
- ✓ Shelf life increase
- ✓ No modification of emulsion properties
- Rodilla
- ✓ Wave 6000/120
- To process cheese spreads with ingredients

유제품 가공(1)

- HPP products under development
- ✓ Retaining bioactivity of functional components :
 - Functional foods with thermosensitive components like immunoglobulins, growth factors, lactoferin...
 - Drinkable colostrum

Method	Residual IgG (%)
Unprocessed	100
Heat	~10
HPP	~90

유제품 가공(2)

그림 8. 초고압을 활용한 식품 가공 분야별 제품

현재 국외에서 초고압살균을 처리한 음료제품은 그림 9와 같다. 초고압살균기기를 도입하는 경우, 초기에는 신선과채음료 제조에 사용하고 지속적인 연구 및 응용을 통하여 사업의 효율적 운영과 발전을 도모하기 위하여 계속적으로 다양하고 새로운 제품을 연구·개발하여야 한다.

생산국 현지 공장 방문 및 기술력 조사

생산국 현지 공장 방문

국내에 도입되어 있는 3개사 초고압기 설치 공장은 대외비로 처리하고 있기 때문에 공장 방문이 불



그림 9. 국외에서 초고압살균을 처리한 음료제품

가능하며 국외의 경우도 동일한 상황이다.

그러나 NC Hyperbaric사의 경우에는 장비 도입 계약이 체결된 후에는 본사의 demo 장비와 장비제작 과정을 볼 수 있도록 하고 있다.

기술력 조사

국내에 도입되어 있는 Avure사 장비의 경우에는 수직형 타입의 사용 불편함과 A/S의 문제가 발생되어 자주 기기가 오작동 또는 압력이 새는 경우가 발생되며, 일본 고베사의 제품은 제작기간이 1년 정도 걸리고 압력도 4,000기압 이상을 올리지 못한다.

국내의 풀무원에서 도입한 NC Hyperbaric사 제품은 위의 두 가지 문제에 대한 해결책을 제시하고 있으며, 저온살균뿐만 아니라 멸균이 가능한 장비도 생산하고 있으며 세계 시장 점유율이 70%에 이르므로 기술력은 NC Hyperbaric > Avure > 미쯔비시상사(고베)로 판단하였다.

기타 부대 장치 및 설비의 국산화 검토

신선 과채류 주스의 제조 공정

신선 과채류 주스의 제조공정은 그림 10과 같다. 이를 공정 측면에서 단순화 하고 초고압 공정을 적용하여 기술이전 기관에서 제시한 공정은 그림 11과 같다.

설비의 국산화 검토

제시된 공정을 바탕으로 공정 설비의 국산화 측면에서 검토를 하면 초고압 공정과 주스제조 공정은 품질의 안정성 및 미생물학적 안전성 측면에서 국외 장비를 권고하고 전처리 장비와 수처리 및 병입과 포장 시설은 국내산 장비를 권한다.

효율적 공장운영을 위하여 주스제조 공정에 대하여 다양한 과채음료(사과 cloudy 주스, 사과스무디, 맛있는 녹즙 등)에 모두 적용 가능한 시스템으

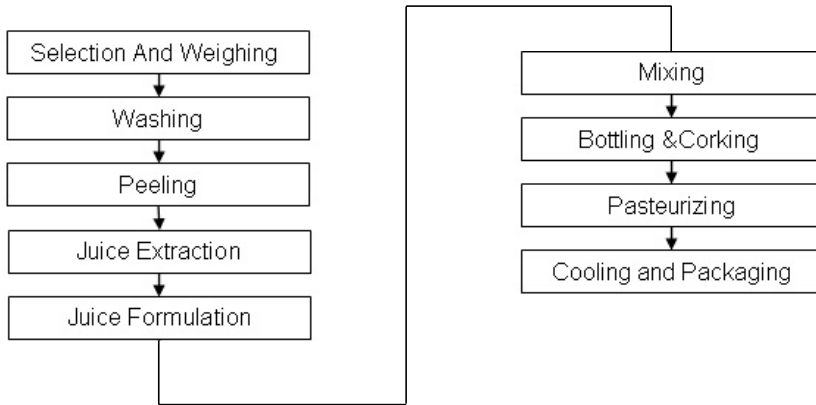


그림 10. 신선 과채류 주스의 제조과정

로 구성하는 것이 바람직하다고 생각된다.

국내산 장비로 구축 가능한 전처리 장비 및 병입 공정은 비열처리 및 에너지 효율이 높은 녹색기술

과 다양한 종류의 제품 생산이 가능하도록 공정 설계가 이루어지기를 권한다. 이는 국내 기술로도 가능하다고 생각된다.

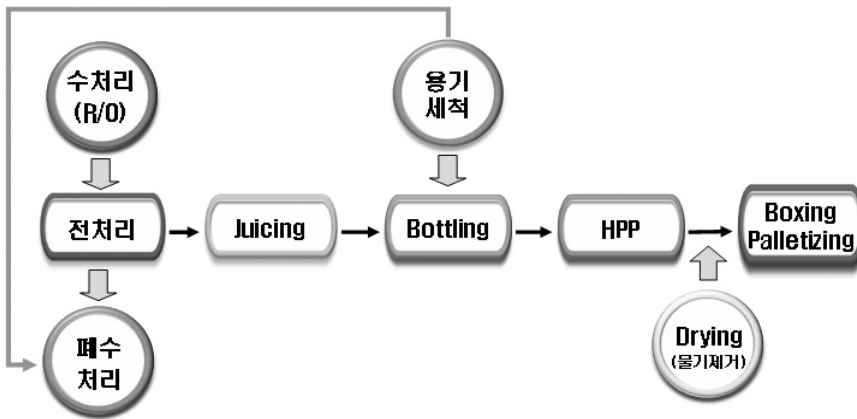


그림 11. 초고압살균처리 신선 사과주스 제조과정

● 참고문헌 ●

1. Hite BH, Griddings NJ, Weakly CE, The effects of pressure on certain microorganism encountered in the preservation of fruits and vegetables, Washington, Va. University, Agriculture Experiment Station, Bulletin, 146, 1-67, 1914
2. Knorr D, Schlueter O, Heinz V, Impact of high hydrostatic pressure on phase transition of foods, Food Tech, 52(9), 42-45, 1988
3. Mermelstein NH, High pressure processing reaches the US market, Food Tech, 15(2), 95-96, 1997
4. Rastogi NK, Raghavarago KSMS, Balasubramaniam VM, Niranjana K, Knorr D, Opportunities and challenges in high pressure processing of foods, Crit Rev Food Sci Nutr, 47, 69-112, 2007
5. San Martin MF, Barbosa-Canovas GV, Swanson BG, Food processing by high hydrostatic pressure, Crit Rev Food Sci Nutr, 42(6), 627-645, 2002
7. Ultra high pressure, high temperature food preservation process, US, 06177115, 2001.01.23
8. Kal Kan Foods, Inc., High temperature/Ultra high pressure sterilization of foods, US, 06207215, 2001.03.27
9. MEYER Richard S, Ultra high pressure, high temperature food preservation process, WO, 2000015053, 2000.03.23
10. Solae LLC, Ultra high pressure homogenization process for making a stable protein based acid acid beverage, US, 07101585, 2006.09.15
11. 씨제이 주식회사, 당근주스의 제조방법, 한국, 1019980041051, 1998.08.17
12. 씨제이 주식회사, 고압처리에 의한 녹즙의 제조 방법, 한국, 1019960020807, 1996.07.18
13. 더 코카콜라 컴파니, 파스퇴르 처리되지 않은 주스의 초고압 균질화 방법, 미국, 1019940008608, 1994.05.16
14. 한국식품연구원, 식품살균방법, 한국, 1020100046972, 2010.05.07
15. 김성수, 초고압살균 신선사과주스의 산업화 및 상품화 컨설팅, 한국식품연구원 보고서, G01825-10034, 2010

김 성 수 농학박사

소 속 : 한국식품연구원 지역특화산업연구단

전문분야 : 농산물 가공, 공정 기술 및 제품 개발

E-mail : sung@kfri.re.kr

T E L : 031-780-9067