

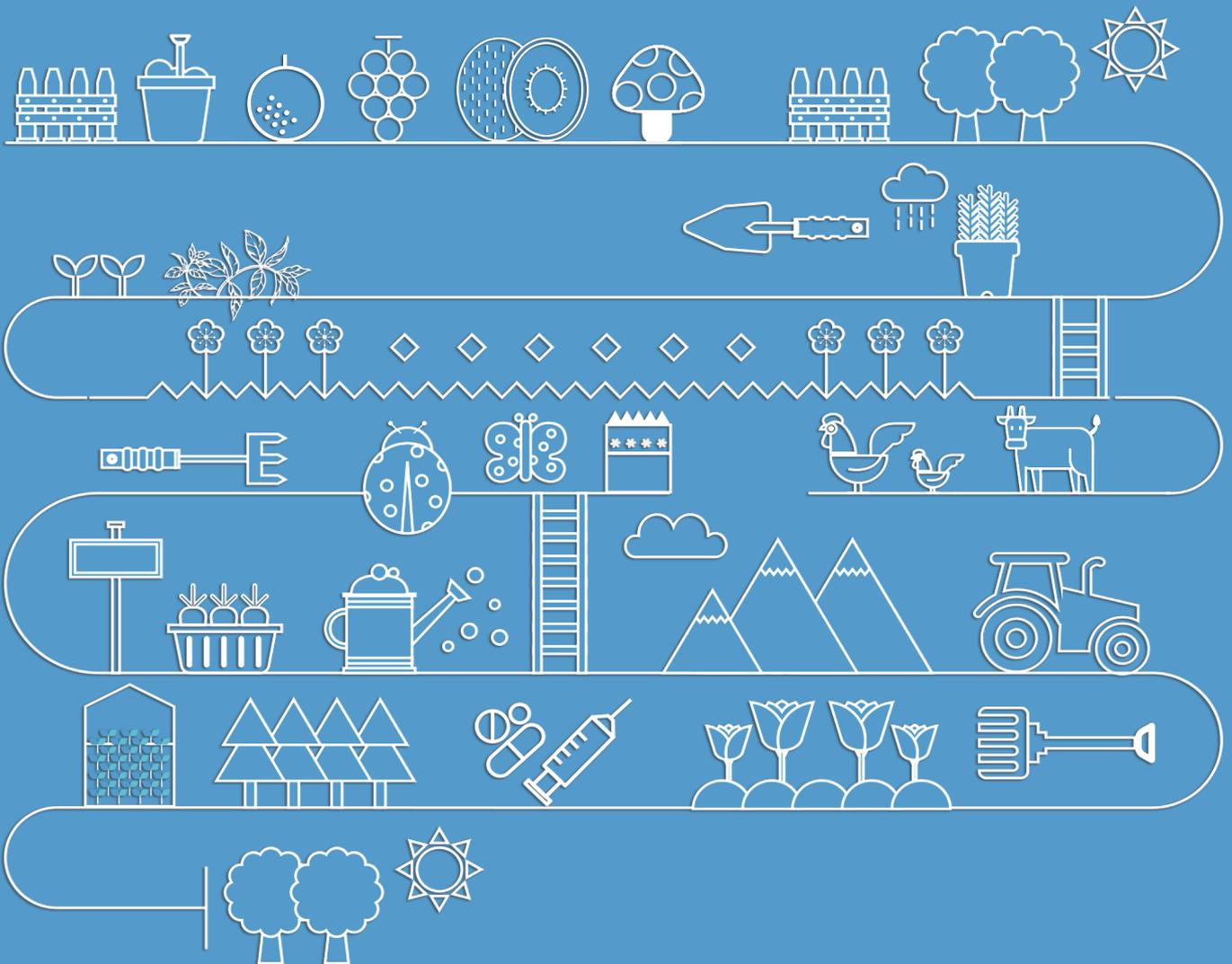
ISBN

979-11-966471-0-0

제1차년도 수출전략기술개발사업

# 한우 수출연구사업단

(한우수출 시장 및 마케팅 동향보고서)



한우 수출연구사업단



# 목 차

## session 1. 한우 수출 국가(홍콩) 시장 및 제품 동향

1. 개요 .....	3
1.1. 동향 보고서 작성 배경 및 사업목표 .....	3
2. 국내시장 동향 .....	4
2.1. 국내 한우시장 현황 .....	4
2.2. 국내 육류 소비량 .....	8
2.3. 쇠고기 수입 현황 .....	9
2.4. 한우산업 이슈사항 .....	10
3. 해외시장 동향 .....	14
3.1. 쇠고기 세계시장 동향 .....	15
3.2. 해외시장에서의 한우 경쟁력 .....	17
4. 쇠고기 수출 우수국가 마케팅 전략 .....	20
4.1. 미국 쇠고기 수출 전략 .....	20
4.2. 호주 쇠고기 수출 전략 .....	20
4.3. 일본 쇠고기 수출 전략 .....	22
5. 한우 수출 현황 .....	27
5.1. 홍콩 시장 현황 .....	27
5.2. 홍콩 수출 현황 .....	37
5.3. 한우 마케팅 현황 .....	49
5.4. 한우 수출 이슈사항 .....	53
6. 홍콩수출 현황종합 및 1차년도 마케팅 실행전략 .....	55
6.1. 홍콩 수출 현황종합 .....	55
6.2. 1차년도 마케팅 실행전략 .....	56
7. 시사점 및 향후 마케팅 전략 수립 .....	60
7.1. 시사점 .....	60
7.2. 2차년도 실행 계획 .....	61
7.3. 4개년도 사업계획 로드맵 구축 .....	61
8. 참고문헌 .....	63

## session 2. IoT 무선 기술 동향과 콜드 체인의 적용사례 및 전망

1. 개요 .....	67
3.1. 콜드 체인의 정의 .....	67
2. 콜드 체인과 IT 기술과의 융합 동향 .....	69
3. IoT 기술 구성 요소 및 플랫폼 .....	80
3.1. 기술 구성 요소 .....	80
3.2. IoT의 주요 기술들 .....	82
3.2. IoT의 플랫폼 기술 .....	82
3.2. IoT의 플랫폼 .....	83
3.2. IoT의 역할 .....	83
3.2. 다양한 IoT의 플랫폼 제품들 .....	84
4. 스마트 센서 기술 및 시장 제품 분석 .....	86
4.1. 센서의 종류 .....	87
4.2. 센서 기술의 발전 .....	87
4.3. 센서 시장 전망 .....	88
4.4. 센서 산업의 범위 .....	89
4.5. 센서의 선택 .....	90
5. 무선 기술의 종류 및 전망 .....	90
5.1. IoT 통신의 특성 .....	91
5.2. IoT 통신망의 필요성 .....	93
5.3. eMTC & NB-IoT 통신망 비교 .....	94
5.4. IoT 전용망으로 주목받는 NB-IoT .....	95
5.5. IoT 통신망 기술 - 근거리 통신망 .....	96
5.6. Wi-Fi 통신 기술 .....	97
5.7. Bluetooth 통신 기술 .....	97
5.8. Z-Wave 통신 기술 .....	101
6. 참고문헌 .....	102

## session 3. 포장필름의 기술동향 및 최근 육류식품포장과 혁신

1. 개요 .....	105
2. 육류 포장 및 잠재적 솔루션의 식품 품질 및 안전 문제 분석 .....	107
2.1. 육색 .....	107
2.2. 지질 산화 .....	108
2.3. 미생물 오염 .....	108
3. 고기 포장에서 현재 사용되는 기술 동향 .....	112
3.1. 열 성형 필름 .....	114
3.2. 진공 포장 .....	117
3.3. 수정 된 대기 포장 .....	120
4. 고기 포장의 혁신 전망 .....	135
4.1. 고기 포장용 액티브 포장 .....	135
4.2. 고기 산업에 있는 지적인 포장 .....	148
4.3. 육가공 산업에서의 식용 코팅, 필름, 생분해성 포장 .....	159
4.4. 육류 포장에 있는 나노 기술 .....	175
5. 결론과 동향 .....	184
6. 참고문헌 .....	187



# 한우고기 수출가능성에 대한 연구

## session 1. 한우 수출 국가(홍콩) 시장 및 제품 동향

개요

국내시장 동향

해외시장 동향

쇠고기 수출 우수국가 마케팅 전략

한우수출 현황

홍콩수출 현황종합 및 1차년도 마케팅 실행전략

시사점 및 향후 마케팅 전략 수립



# 1. 개요

## 1.1. 동향 보고서 작성 배경 및 사업 목표

- 한우는 국내 농축수산 품종 중 유일한 순수 단일 품종으로, 민족문화 100대 유산(문체부, 2006)으로 등재될 만큼의 가치 있는 생물자원이라고 할 수 있음
- 하지만 수입육의 증가와 다양화에 따라 한우의 입지가 좁아지고 있는 상황에서 한우산업의 안정과 지속을 위해서는 고급화를 통한 차별화와 적극적인 수출전략을 강화해야함
- 현재는 홍콩, 마카오, 캄보디아, UAE에 수출이 가능하지만 검역 절차가 까다롭지 않고 쇠고기 소비량이 높은 홍콩 시장에 집중하고 있는 상황임
- 홍콩에는 일본산 화우처럼 한우를 고급 이미지로 수출하고 있으며, 한우 소비량이 증가세를 보이고 있는 추세이긴 하나 경쟁 대상인 일본의 화우처럼 시장이 안정적으로 안착되기까지는 많은 노력이 필요함
- 이에 한우수출 연구사업단은 다양한 세부과제(가공품 및 소스 개발, 한우 사육시설 매뉴얼 개발, 항공이나 선박 수출에 따른 품질변화 확인, 필름 포장재 기술 개발, 한우수출 시장진입 마케팅 전략 수립 등)를 통해 한우의 생산, 품질, 유통, 마케팅 등 수출 전반에 이르는 모든 분야의 경쟁력을 높여 대한민국 한우의 세계화를 도모하고자 함
- 본 동향보고서는 세부사업 중 ‘한우수출 시장진입 마케팅 전략 수립’을 위한 1차년도 수행내용이 중심이며, 국내외 한우 현황을 살펴보고 현재 주력으로 수출하고 있는 국가의 현황에 대해 조사하고, 성공적으로 자국의 쇠고기를 수출하고 있는 국가의 벤치마킹 요소를 도출한 내용을 통해 마케팅 전략을 수립하는 방향으로 작성하였음
- 2차년도는 1차년도 시장조사를 통해 도출된 결과를 토대로 향후 진행해야 할 방향을 작성하였으며, 한우에 대한 인지도를 높이고 판매를 높일 수 있도록 하는 4개년도 사업기간의 로드맵을 구축하였음

## 2. 국내시장동향

### 2.1. 국내 한우시장 현황

#### 2.1.1. 한우 산업 현황

##### ○ 한우 산업의 규모화

정부 지원 정책(한우암소 감축 장려금 지원사업, FTA 폐업 보상지원 등)과 소규모 고령 농가의 폐업 등으로 한우 두수의 감소에 비해 농가의 감소 비율이 월등히 높아 호당 평균 사육두수는 지속적으로 증가하여 2018년 기준 호당 평균 사육두수가 30.3으로 나타났음. 이를 통해 한우 산업이 규모화 되면서 체계적인 시스템으로 사육이 진행되고 있다는 것을 알 수 있음

##### <연도별 한우 사육현황>

(단위 : 호,두,두/호)

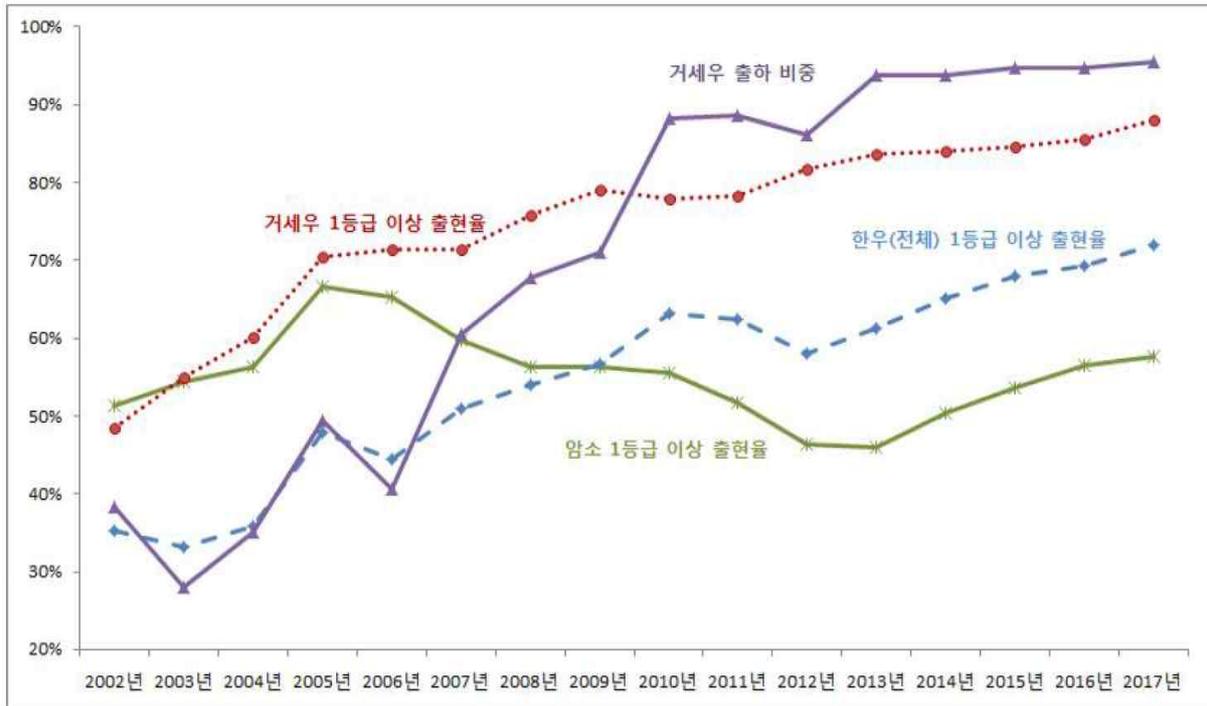
연도	월	사육호수	사육두수	가임암소	호당평균
		호수	두수	두수	사육두수
2014	3	113,713	2,711,232	1,137,631	23.8
	6	109,578	2,786,607	1,188,525	25.4
	9	105,314	2,731,646	1,161,979	25.9
	12	99,285	2,670,031	1,120,200	26.9
2015	3	97,111	2,562,030	1,099,292	26.4
	6	94,025	2,652,521	1,144,595	28.2
	9	91,659	2,646,484	1,130,931	28.9
	12	89,403	2,561,179	1,093,663	28.6
2016	3	87,573	2,477,589	1,066,986	28.3
	6	87,089	2,618,859	1,124,278	30.1
	9	86,203	2,639,730	1,122,005	30.6
	12	85,040	2,585,211	1,100,971	30.4
2017	3	84,262	2,510,519	1,082,835	29.8
	6	95,823	2,882,255	1,329,000	30.1
	9	94,944	2,939,025	1,390,000	31.0
	12	94,107	2,871,400	1,372,000	30.3

자료 : KOSIS 국가통계포털(2017)

○ 한우 품질 고급화

축산물 품질 평가원 등급 판정 통계에 따르면 한우 1등급 이상 출현율이 2012년 이후 지속적으로 증가하고 있음. 이를 통해 한우 품질이 점차 고급화 되어 가고 있다는 것을 알 수 있음

<한우 1등급이상 출현율 추이>



자료 : 축산물품질평가원 등급판정통계

○ 쇠고기 수입에 대응하는 한우 프리미엄 전략

2001년 쇠고기 수입이 개방됨에 따라 수입육과의 차별화를 위해 ‘한우 프리미엄’ 정책 지원 사업을 진행함. 사육 기술의 개선, 우수 종자 개량, 등급제 시행 등의 체계적인 시스템 관리로 고급육 유지를 위해 노력하고 있으며, 사육두수 과잉으로 인한 가격 하락을 방지하기 위해 한우암소 감축 장려금 지원사업, FTA 폐업 보상지원 정책 등을 시행하여 여전히 높은 가격을 유지하고 있음. 현재 미국, 호주와 같은 해외 쇠고기 수입이 활발하게 진행되고 있지만 이러한 시스템 관리와 정책으로 한우는 높은 금액의 프리미엄 고급육으로 인지되고 있음

### 2.1.2. 한우 생산 현황

- 한우 총 사육두수는 2016년 9월에 증가세로 전환되어 지속적으로 증가하고 있는 추세임
- 한우 암소 사육두수는 지속적으로 증가하고 있으며, 한우 수소 사육두수도 2018년 9월에 전년 동기 대비 0.9% 감소한 것 외에는 지속적으로 증가하고 있는 추세임

〈한우 암수별 총 사육 두수〉

(단위 : 천 두, %)

구분	2016년				2017년				2018년			
	3월	6월	9월	12월	3월	6월	9월	12월	3월	6월	9월	12월
암	1,714	1,780	1,798	1,775	1,747	1,824	1,862	1,821	1,798	1,888	1,897	1,881
	(-2.3)	(-1.1)	(0.0)	(1.2)	(2.0)	(2.4)	(3.5)	(2.6)	(2.9)	(3.5)	(1.9)	(3.3)
수	963	1,038	1,064	1,035	986	1,058	1,103	1,051	1,003	1,087	1,093	1,060
	(-5.6)	(-1.7)	(0.0)	(2.0)	(2.4)	(2.0)	(3.7)	(1.5)	(1.7)	(2.7)	(-0.9)	(0.9)
계	2,676	2,818	2,861	2,810	2,734	2,882	2,964	2,871	2,801	2,975	2,989	2,941
	(-3.5)	(-1.3)	0.0	(1.5)	(2.1)	(2.3)	(3.6)	(2.2)	(2.5)	(3.2)	(0.8)	(2.4)

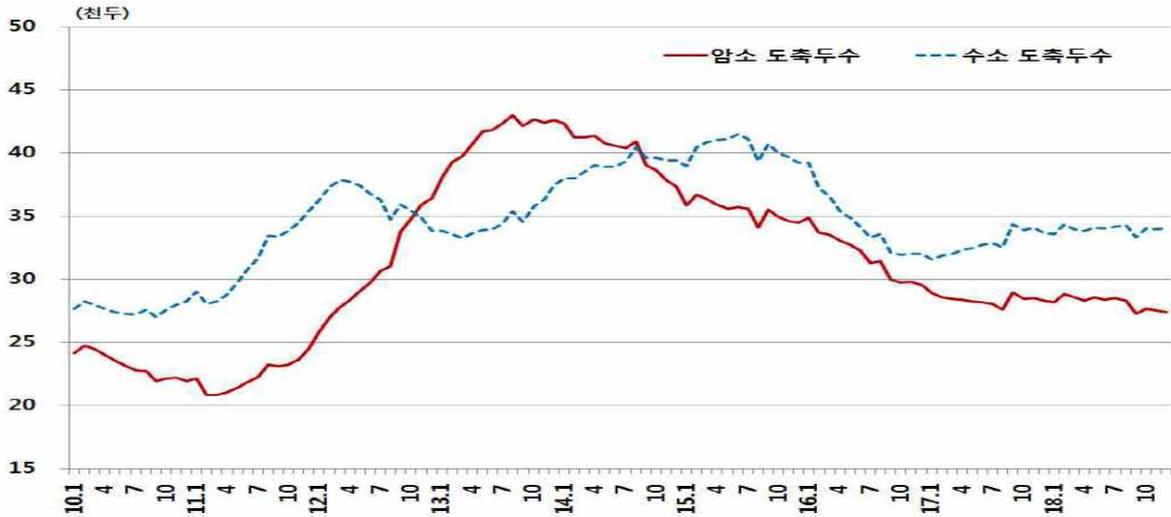
주 : 이력제 데이터 기준임. ( )안은 전년 동기 대비 증감률(%)임

자료 : 통계청

### 2.1.3. 한우 도축두수 및 도매가격

- 암소 도축두수는 감소세를 보이다가 2017년 말부터 유지되고 있으며, 작년 추석 이후에는 다시 감소세를 보이고 있으며, 작년 한해 도축된 암소두수는 328만 두로 2017년(339만 두) 대비 3.2% 감소하였음
- 수소 도축두수는 2017년 초부터 증가하다가 작년부터 유지되고 있으며, 추석에 일시 감소한 후 다시 유지되고 있음. 작년 수소 도축두수는 총 408만 두로 2017년(403만 두) 대비 1.2% 증가하여 총 도축두수는 전년보다 소폭 감소하였음

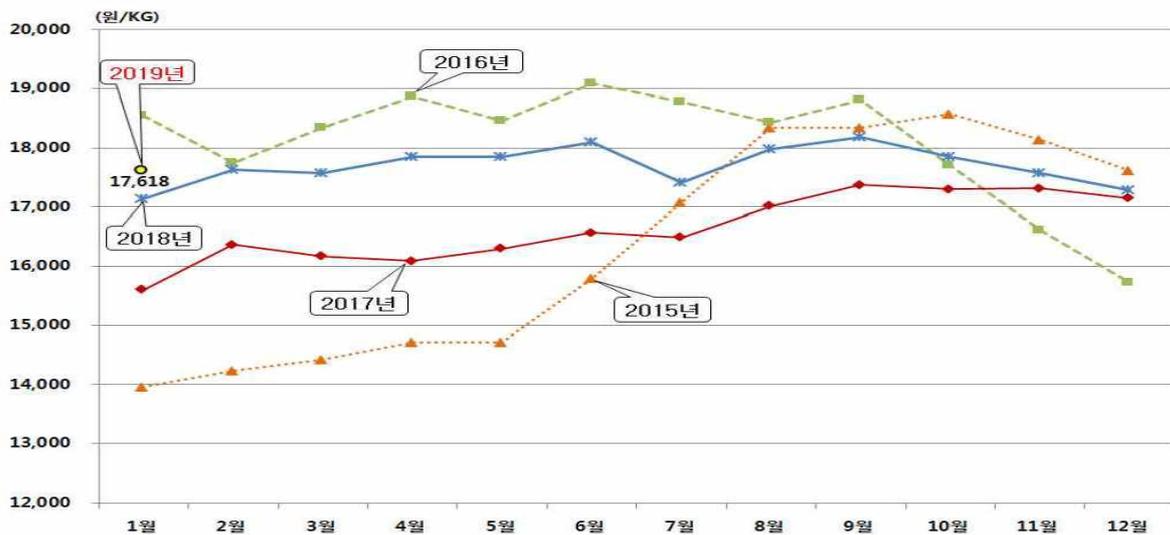
### <한우 도축두수 추세(12개월 이동평균)>



자료 : GS&J 한우동향 85호(2019.01)

- 작년 8~9월 추석 도축 물량이 전년 동기간 대비 15% 감소함에 따라<표 3> 9월 한우고기 도매가격이 1만 8,189원/kg으로 상승하였음
- 올 1월에는 한우고기 설 수요로 인해 도매가격이 다시 상승세를 보이고 있고, 1~27일 평균 도매가격은 1만 7,618원/kg으로 작년 동월 대비 2.8%, 전월 대비 2.0% 높은 수준임

### <한우고기 도매가격 동향>



주: 2019년 1월 도매가격은 1~27일 평균 가격임

자료: 축산물 품질평가원의 축산유통종합정보센터

## 2.2. 국내 육류 소비량

### 2.2.1. 육류 소비액

- 가정의 육류구입에서 쇠고기 비중은 37.2%수준이며 쇠고기 구입액에서 국내산 60.6%, 수입산 26.3%, 가공식품이 13.1%임
- 쇠고기 연간 소비액은 (2010) 257,415원에서 (2016) 326,125원으로 연평균 4.0%씩 총 26.7% 증가함
- 가정 내의 육류소비에서 쇠고기, 돼지고기와 닭고기의 비중은 각각 30% 후반, 40% 후반, 15% 내에서 증감함

#### <육류 소비액 추이>

(단위 : 원, %)

구분		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
소 비 액	쇠고기	257,415	262,025	277,627	295,521	314,769	334,809	326,125
	돼지고기	366,743	357,650	368,328	368,647	422,555	440,749	419,706
	닭고기	111,341	103,331	103,044	101,301	116,893	124,164	131,485
	계	735,499	723,006	748,998	765,469	854,217	899,722	900,377
비 중	쇠고기	35.0	36.2	37.1	38.6	36.8	37.2	37.2
	돼지고기	49.9	49.5	49.2	48.2	49.5	49.0	47.8
	닭고기	15.1	14.3	13.8	13.2	13.7	13.8	15.0
	계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료 : 통계청

### 2.2.2. 쇠고기 구입액

- 국내산 쇠고기 소비는 최근 정체수준이지만 수입산 쇠고기와 가공식품의 소비는 증가 추세임. 쇠고기 가공식품은 주로 양념불고기, 사골곰탕으로 매년 증가하는 추세로 비중은 10% 내외임

〈쇠고기 연간, 유형별 구입액 추이〉

(단위 : 원/호, %)

구분	쇠고기				가공식품		계	
	국내산		수입산					
2010	191,288	74.3	41,181	16.0	24,946	9.7	257,415	100.0
2011	183,416	70.0	51,800	19.8	26,809	10.2	262,025	100.0
2012	216,517	78.0	34,924	12.6	26,185	9.4	277,627	100.0
2013	215,224	72.8	53,558	18.1	26,740	9.0	295,521	100.0
2014	215,151	68.4	66,125	21.0	33,493	10.6	314,769	100.0
2015	222,431	66.4	74,741	22.3	37,636	11.2	334,809	100.0
2016	197,513	60.6	85,613	26.3	43,000	13.1	326,125	100.0

자료 : 통계청

2.3. 쇠고기 수입 현황

- 2018년 쇠고기 총 수입량은 41만 5천 톤으로 2001년 수입 자유화 이후 최초로 40만톤 이상을 돌파하였으며 지속적으로 증가하고 있는 추세임
- 2018년 총 수입량 중 미국산이 52.9%, 호주산이 40.3%를 점하였으며, 주로 냉동 쇠고기가 수입되고 있음

〈연도별 쇠고기 총 수입량(검역 기준)〉

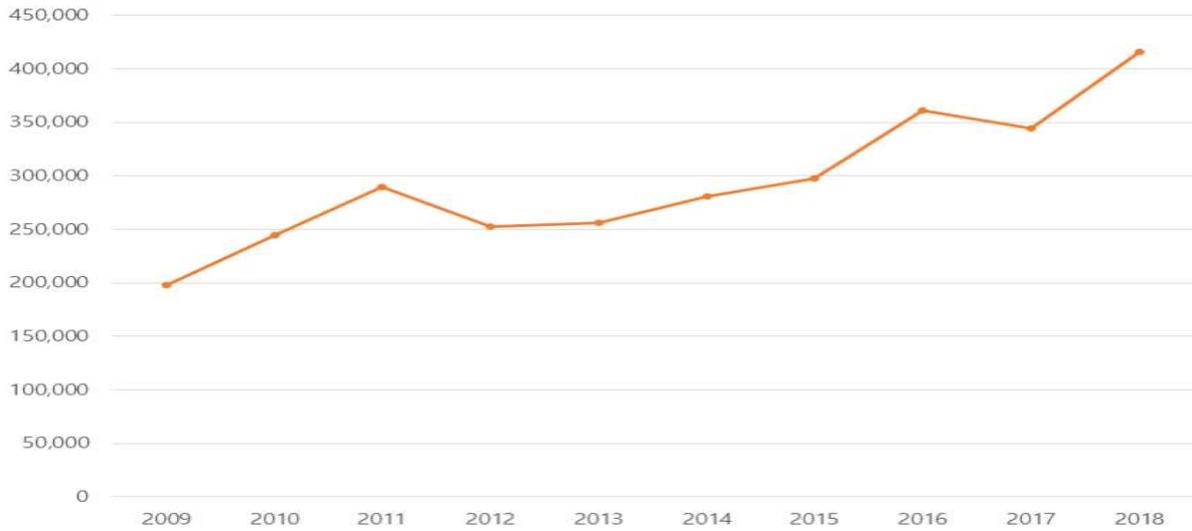
(단위 : 톤)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
쇠고기 수입량	245,086	289,386	252,724	256,616	280,512	297,265	361,531	344,271	415,685

자료 : (사)한국육류유통수출협회

〈연도별 쇠고기 총 수입량(검역 기준)〉

(단위 : 톤)



자료 : (사)한국육류유통수출협회

〈2018년 국가별 쇠고기 수입량(검역 기준)〉

(단위 : 톤)

월 별	국가 별						계
	미국	호주	캐나다	뉴질랜드	멕시코	기타	
냉장	51,835	36,772	391	156	0	0	89,154
냉동	167,934	130,682	3,430	18,108	4,301	2,076	326,531
소계	219,769	167,454	3,821	18,264	4,301	2,076	415,685

자료 : (사)한국육류유통수출협회

## 2.4. 한우산업 이슈사항

### 2.4.1. 부정청탁금지법 시행으로 인한 한우 선물세트 수요 감소

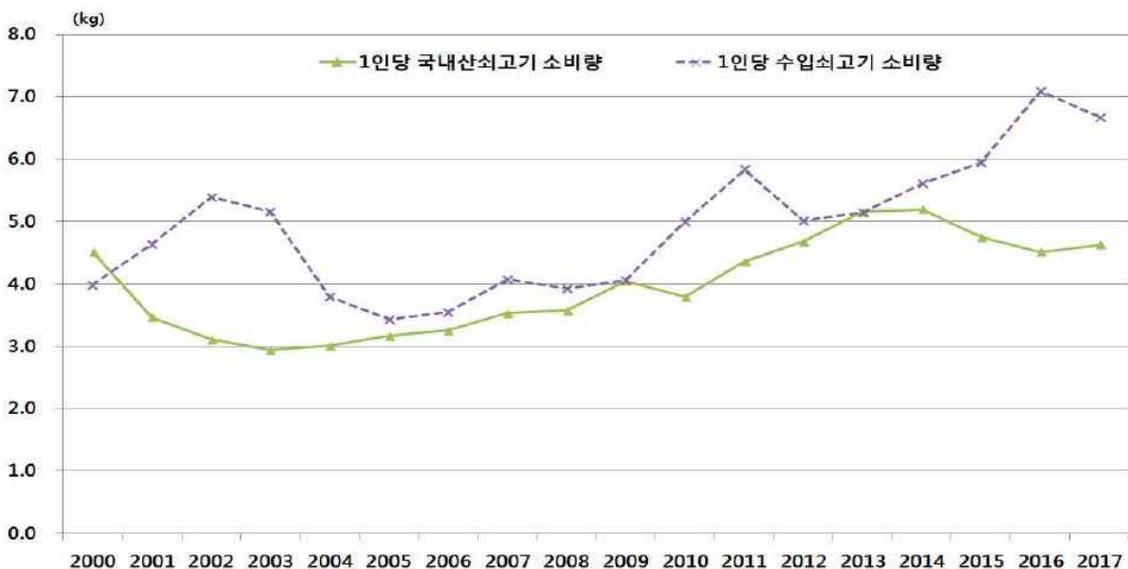
- 2016년 부정청탁금지법(김영란법) 시행으로 인해 농수축산물 중 특히 명품 이미지를 가지고 있는 한우에 대한 소비가 많이 줄어들었다. 그동안 한우는 쇠고기 수입에 대응하기 위해 고급 이미지를 가지고 명품 축산물로 생산해 왔으며, 명품 축산물은 대부분 고급 선물 판매를 전제로 생산되고 있는 경우가 많기 때문에 부정청탁금지법에 영향을 많이 받을 수 밖에 없었음
- 2015년에 시작된 청탁금지법은 여러 논란으로 인해 2017년 농축수산물 및

가공품에 한해 5만원에서 10만원으로 상향 조정하는 방향으로 법이 개정되었으나 기본 10만원 이상의 금액으로 구성되는 한우 선물 시장에는 큰 영향을 주지 못함. 오히려 중저가 수입 쇠고기의 판매를 높이는 정책이 될 수 있다는 의견도 있음

## 2.4.2. 쇠고기 수입량 사상 최고 수준

- 2001년 쇠고기 시장이 개방되고 20년 가까이 흐른 지금, 2018년 쇠고기 수입량은 40만톤 이상을 돌파하며 사상 최대 수준을 기록함.
- 이러한 증가세는 지속적으로 이어질 것으로 보이며 부정청탁금지법(김영란법) 등으로 인해 소비자들이 상대적으로 저렴한 수입육을 찾으면서 일부 영향을 미친 것으로 보임
- 이에따라 아직은 백화점이나 고급레스토랑에 한우를 취급하는 곳이 많지만, 일반 대형마트나 슈퍼마켓의 경우 상대적으로 가격이 저렴한 수입산 쇠고기를 취급하는 곳이 많으며 국내 소비자들의 수요 또한 증가하고 있는 추세임
- 수입 쇠고기에 대한 관세율이 점차 하락할 경우, 가격도 저렴하고 맛도 좋은 고급 수입육에 대한 대비가 필요한 시점임

〈1인당 국내산 쇠고기와 수입 쇠고기 소비량 변화〉



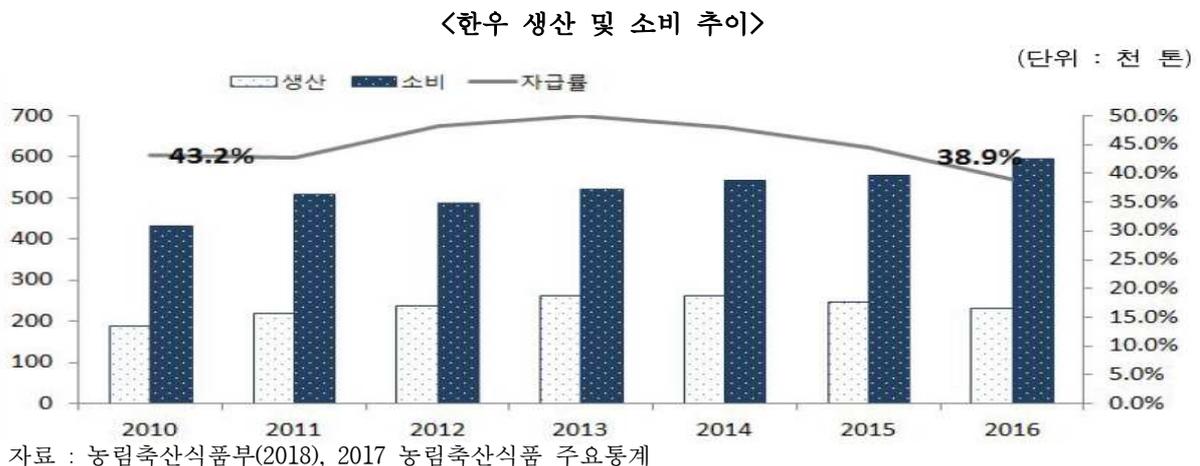
자료 : GSnJ

### 2.4.3. 유럽산 쇠고기 수입 개방에 따른 우려

- 이러한 수입육이 눈에 띄게 증가하고 있는 상황에서 2020년에는 덴마크와 네덜란드의 쇠고기가 수입될 예정임. 수입이 확정된 국가인 덴마크와 네덜란드는 쇠고기 산업 규모가 크지 않아서 한우의 피해는 당장은 없을 것으로 판단되지만, 문제는 덴마크와 네덜란드를 시작으로 유럽 내 다른 축산 강국들이 국내 시장에 진입할 경우 한우산업에 적지 않은 피해를 줄 것이라는 전망이 나오고 있음
- 현재 우리나라에 수입이 가능한 나라는 프랑스, 아일랜드, 덴마크, 네덜란드이며 수출가격은 EU 평균보다 다소 높음. 하지만 2025년 이후부터는 쇠고기 단가가 낮은 스페인, 이탈리아, 헝가리 등의 나라의 쇠고기 수입이 가능해질 수 있기 때문에 이에 대한 적극적인 대응방안이 필요한 상황임
- 또한 광우병이 수차례 발생하는 유럽의 쇠고기를 수입함으로써 가축질병 발생 가능성이 클 것으로 우려됨. 이에 따라 국민들에게 쇠고기에 대한 안정성 이슈가 불거질 경우 한우의 소비 위축으로까지 이어질 수 있는 위험이 있음

### 2.4.4. 한우 자급률 40% 이하로 하락

- 2013년 50.1%였던 쇠고기 자급률이 16년 기준 40% 이하로 하락하면서 한우 시장이 무너지고 있다는 우려의 목소리가 나오기 시작함. 수입육의 증가세에 더불어 한우 자급률이 하락하고 있으며 고급품질로의 차별화에도 불구하고 한우가 위기라는 이야기가 나오고 있는 상황임
- 앞으로 어떤 전략으로 한우 자급률을 높이고, 해외로 수출해 나갈지 대응 방안이 필요한 상황임



### 〈쇠고기 수급 및 가격전망〉

(단위 : 천 톤)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (F)	전망			
								2018	2019	2022	2027
생산	216.4	234.5	259.9	260.8	246.0	231.0	239.0	234.0	241.0	255.0	275.0
수입	289.4	253.5	257.1	281.5	290.0	362.8	344.0	357.0	357.0	382.0	440.0
자급률 (%)	42.8	48.2	50.1	48.1	45.9	<b>38.9</b>	41	39.6	40.3	40	38.5

자료 : 한국농촌경제연구원(2016)

#### 2.4.5. 구제역 발생에 따른 수출 문제

- 2015년 11월 홍콩 정부와 체결한 한우 수출 검역조건에는 구제역이 발생한 날로부터 1년간 해당 지역에서 생산된 한우고기의 수출이 제한된다는 내용이 포함되어 있음. 이에 따라 홍콩으로 수출되고 있는 지역에 구제역이 발생하여 수출이 중단될 경우, 아직 안정적인 소비층 확보되지 않은 상황에서 공급 문제와 더불어 한우의 고급육 이미지에도 타격을 줄 수 있기 때문에 수출에 심각한 문제를 발생시킬 수 있음
- 실제 2016년 전라북도에서 구제역이 발생하면서 전북의 홍콩 수출이 1년간 중단된 사례가 있었으며 1년 후 수출이 재개되었지만 개시 후 한 달이 되지 않아 구제역이 재발하여 다시 수출을 못하게 된 사례가 있었음. 또한 구제역이 자주 발생할 경우 홍콩 현지에서 한우에 대한 좋지 않은 이미지가 형성될 수 있으며 지나친 확대 해석으로 수출에 문제가 될 수 있음
- 이처럼 한우의 고급육 이미지를 지속적으로 유지하기 위해서는 국내 한우 농가는 구제역 방지에 힘쓰고 발생 시에는 체계적으로 수습하려는 노력이 필요함

#### 2.4.6. 수입육의 고급화와 다양화에 대비

- 지금까지는 한우와 수입육은 각각 프리미엄과 대중성으로 홍보하여 서로간의 대체성이 매우 낮았으나 향후 수입육이 고급화, 다양화 될 경우 한우에 미칠 영향을 고려해야 함
- 수입육과 한우의 품질에 차별이 없을 경우 소비자들은 고품질의 저렴한 수입육을 구매하게 될 것임. 이에 대비하여 한우 시장이 잠식되지 않도록 한우 품질 고급화와 해외 시장 진출에 지속적으로 노력할 필요가 있음

### 3. 해외시장 동향

#### 3.1. 쇠고기 세계시장 동향

##### 3.1.1. 생산량

- 2018년 전 세계 쇠고기 생산량은 전년 대비 2.4% 증가한 6,303만 톤으로 전망되며, 미국, 브라질, 아르헨티나와 호주의 생산량이 크게 증가할 것으로 전망됨
- 미국은 전체 생산량의 20.0%인 1,260만 톤을 생산해 쇠고기 생산규모가 가장 큰 국가이며, 전년 대비 5.6% 증가할 것으로 전망됨.
- 브라질의 쇠고기 생산량은 990만 톤(15.7%)으로 전년 대비 3.7% 증가하고, EU의 생산량 (786만 톤)은 전년 대비 소폭(0.6%) 감소할 것으로 전망됨
- 중국의 쇠고기 생산량은 733만 톤(11.6%)으로 전년 대비 소폭(0.9%) 증가하고, 아르헨티나는 292만 톤(4.6%)으로 전년 대비 3.0% 증가할 것으로 전망됨

##### 〈국가별 쇠고기 생산 동향〉

(단위 : 천 톤, %)

구분	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018(F)	비중
전체	53,014	56,099	59,247	59,710	60,482	61,557	63,025	100.0
미국	12,298	11,318	12,034	10,817	11,507	11,938	12,601	20.0
브라질	6,520	8,592	9,115	9,425	9,284	9,550	9,900	15.7
EU	8,325	8,136	8,101	7,684	7,880	7,900	7,855	12.5
중국	5,131	5,681	6,531	6,700	7,000	7,260	7,325	11.6
인도	1,525	2,225	3,125	4,100	4,200	4,250	4,300	6.8
아르헨티나	2,880	3,200	2,620	2,720	2,650	2,830	2,915	4.6
호주	2,053	2,090	2,129	2,547	2,125	2,149	2,280	3.6
멕시코	1,900	1,725	1,745	1,850	1,879	1,925	1,960	3.1
파키스탄	886	1,004	1,485	1,710	1,750	1,780	1,800	2.9
터키	625	620	870	1,423	1,484	1,382	1,450	2.3

주: 통계자료는 2018년(추정치) 기준 상위 10개국만 제시함.

자료: USDA FAS psdonline.

- 전 세계 쇠고기 수입량도 지속적으로 증가하고 있으며, 생산량이 많은 미국과 중국이 수입량 비중도 높은 것으로 나타남
- 홍콩과 우리나라의 수입량 또한 비교적 큰 폭으로 증가함

〈국가별 쇠고기 수입 동향〉

(단위 : 천 톤, %)

구분	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018F	비중	전년 대비 증감률
전체	5,808	6,800	6,640	7,656	7,705	7,953	8,332	100.0	4.8
미국	1,375	1,632	1,042	1,529	1,367	1,358	1,379	16.6	1.5
중국	16	9	40	663	812	974	1,200	14.4	23.2
일본	1,045	686	721	707	719	817	832	10.0	1.8
홍콩	71	88	154	339	453	543	580	7.0	6.8
한국	333	250	366	414	513	531	559	6.7	5.3
러시아	425	1,054	1,058	621	522	509	400	4.8	-21.4
EU	429	715	437	363	368	338	340	4.1	0.6
이집트	228	222	260	360	340	250	320	3.8	28.0
칠레	124	205	190	245	298	281	295	3.5	5.0
캐나다	290	151	233	269	243	229	235	2.8	2.6

주: 통계자료는 2018년(추정치) 기준 상위 10개국만 제시함.

자료: USDA FAS psdonline.

### 3.1.2. 소비량

- 2018년 전 세계 쇠고기 소비량은 6,091만 톤으로 전년 대비 2.2% 증가할 것으로 전망됨
- 쇠고기 소비량이 가장 많은 국가는 미국으로 전체 소비량의 20.7%인 1,259만 톤을 소비하고 있으며, 그 다음은 중국(853만 톤, 14.0%), 브라질(794만 톤, 13.0%), EU(783만 톤, 12.8%) 등의 순임
- 우리나라의 국내소비량은 83만 톤(1.4%)으로 전년대비 1.6% 증가할 것으로 전망됨

〈국가별 쇠고기 소비 동향〉

(단위 : 천 톤, %)

구분	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018F	비중	전년 대비 증감률
전체	52,915	55,613	58,148	57,817	58,769	59,600	60,910	100.0	2.2
미국	12,502	12,664	12,026	11,276	11,678	12,046	12,592	20.7	4.5
중국	5,100	5,614	6,520	7,339	7,759	8,227	8,530	14.0	3.7
브라질	6,105	6,795	7,592	7,781	7,652	7,750	7,935	13.0	2.4
EU	8,157	8,605	8,202	7,744	7,904	7,871	7,825	12.8	-0.6
아르헨티나	2,545	2,451	2,346	2,534	2,434	2,537	2,565	4.2	1.1
인도	1,181	1,608	2,208	2,294	2,436	2,401	2,400	3.9	0.0
멕시코	2,321	2,028	1,938	1,797	1,809	1,841	1,860	3.1	1.0
파키스탄	886	1,003	1,451	1,636	1,685	1,721	1,736	2.9	0.9
러시아	2,013	2,563	2,488	1,966	1,847	1,812	1,685	2.8	-7.0
터키	630	625	872	1,457	1,496	1,408	1,500	2.5	6.5

주: 통계자료는 2018년(추정치) 기준 상위 10개국만 제시함.

자료: USDA FAS psdonline.

○ 2018년 전 세계 쇠고기 수출량은 1,047만 톤으로 전년 대비 5.1% 증가할 것으로 전망됨

○ 쇠고기 수출은 인도, 미국, 캐나다와 EU 등을 제외하면 대부분 남반구 국가들을 중심으로 이루어지고 있음

〈국가별 쇠고기 수출 동향〉

(단위 : 천 톤, %)

구분	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018F	비중	전년 대비 증감률
전체	5,941	7,363	7,792	9,583	9,420	9,969	10,474	100.0	5.1
브라질	488	1,845	1,558	1,705	1,698	1,856	2,025	19.3	9.1
인도	344	617	917	1,806	1,764	1,849	1,900	18.1	2.8
호주	1,316	1,388	1,368	1,854	1,480	1,486	1,610	15.4	8.3
미국	1,120	316	1,043	1,028	1,159	1,298	1,372	13.1	5.7
뉴질랜드	473	577	530	639	587	593	560	5.3	-5.6
캐나다	563	596	523	397	441	469	480	4.6	2.3
우루과이	236	417	347	373	421	435	420	4.0	-3.4
파라과이	58	180	283	381	389	378	400	3.8	5.8
EU	663	248	336	303	344	367	370	3.5	0.8
아르헨티나	354	754	277	186	216	293	350	3.3	19.5
멕시코	12	32	103	228	258	280	305	2.9	8.9

주: 통계자료는 2018년(추정치) 기준 상위 10개국만 제시함.

자료: USDA FAS psdonline.

### 3.2. 해외시장에서의 한우 경쟁력

#### 3.2.1. 일본산 화우와 경쟁이 가능한 대한민국 한우

- 현재 해외에서 높은 품질의 프리미엄 브랜드로 유명한 쇠고기는 일본 화우와 호주 화우가 있음. 이 중에서도 가장 고급스러운 이미지를 지닌 것이 일본의 고베 화우이며 호주 화우는 1990년대 일본산 화우를 벤치마킹한 것으로

로 높은 품질과 실용적 가격을 제시함으로써 일본산 화우보다는 한 단계 낮은 가격대의 브랜드 마케팅을 진행해 오고 있음

- 한우는 사육기술, 종자개량, 이력추적 등의 체계적인 시스템을 통해 높은 품질을 유지할 수 있도록 관리하고 있으며 식감이 일본의 화우에 비해 결코 떨어지지 않을 정도로 우수함. 현재 홍콩은 지방 함량이 높고 마블링이 화려한 화우를 최고의 쇠고기라고 인식하고 있지만 최근 홍콩 소비자들도 건강에 관심을 가지게 됨에 따라 지방이 많은 화우보다는 지방 함량이 적고 풍부한 육즙과 고소한 맛을 내는 한우에 대한 관심도 높아지고 있음
- 실제 국가별 쇠고기 콜레스테롤 수치를 측정한 연구에 의하면 일본의 화우나 미국의 블랙 앵거스보다 한우의 콜레스테롤 함량이 낮다는 것을 확인할 수 있음(한우, 앵거스 및 화우 교잡종의 등심내 콜레스테롤 함량 및 지방산 조성 비교. 2008)
- 또한 홍콩 소비자를 대상으로 한국, 일본, 미국 쇠고기에 대한 관능 및 식미 평가를 한 결과 한국산이 가장 높은 점수를 받았음. 한국산과 일본산의 품질은 비슷한 수준이며 미국산은 품질이 크게 떨어짐. 한국산은 마블링과 육즙에서 좋은 평가를 얻은 반면 일본산은 신선도가 좋은 것으로 나타났음

**<한국, 일본, 미국 쇠고기 관능 및 식미 평가 결과 종합>**

(단위:%)

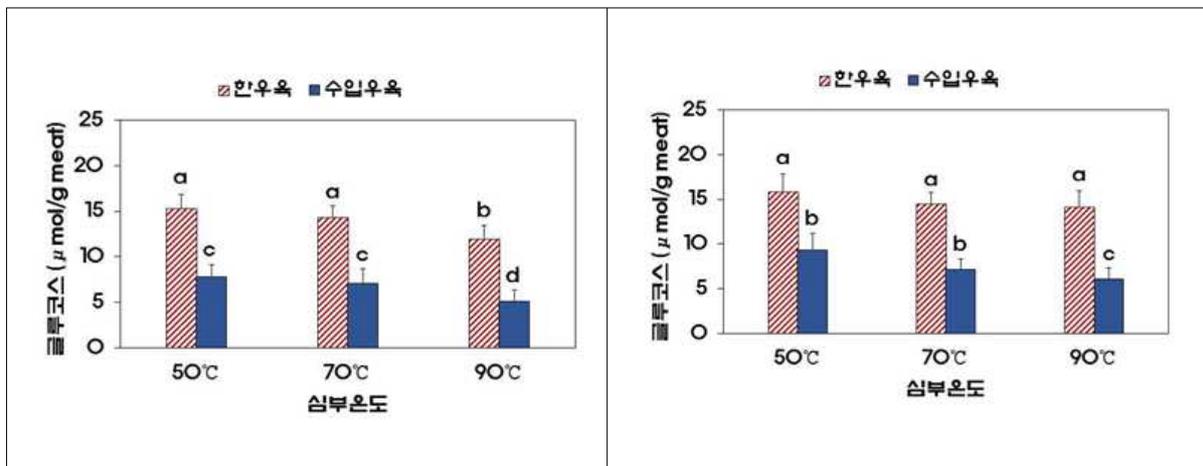
평가항목		한국산		일본산		미국산	
		등심	안심	등심	안심	등심	안심
시식전	육색	60	70	63	70	59	38
	냄새	64	60	67	64	49	52
	마블링	75	62	60	64	33	62
	신선도	72	79	77	57	54	50
시식후	풍미	65	80	62	68	31	51
	육즙	63	75	47	70	42	71
	식감	60	79	62	70	39	38
	육향	67	81	63	75	46	43
평균		66	73	63	67	44	51

자료 : 2016 검역타결품목 조사\_쇠고기(홍콩), 농림축산식품부&aT

### 3.2.2. 수입산 쇠고기 보다 우수한 대한민국 한우

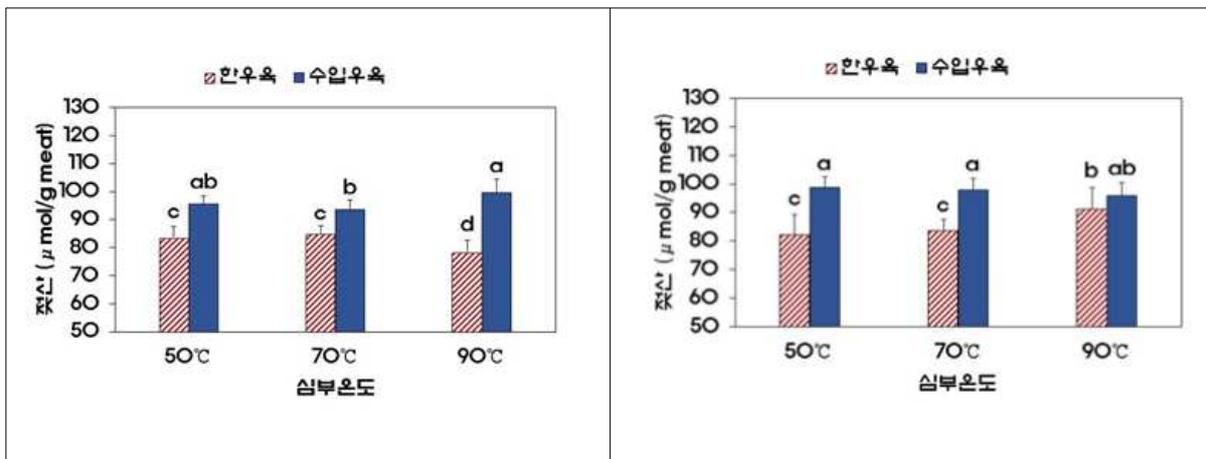
- 한우가 수입 쇠고기보다 맛있는 이유를 과학적으로 입증한 자료도 있음 (2016. 농촌진흥청). 농촌진흥청의 연구에 따르면 한우가 수입산 쇠고기보다 단맛을 내는 글루코스가 2배 이상 많고, 감칠맛을 결정하는 구아노신일인산염과 이노신일인산염도 약 4~10배 많은 것으로 조사됨
- 반면 신맛을 내는 락테이트 성분은 온도와 관계없이 수입 쇠고기가 10~20% 많았고, 쓴맛을 내는 하이포크산틴 함량도 수입육이 한우보다 2배 정도 많은 것으로 나타남

〈한우와 수입산 등심(왼쪽), 우둔육(오른쪽)의 심부 온도에 따른 글루코스 함량 비교〉



자료 : 농촌진흥청

〈한우와 수입산 등심(왼쪽), 우둔육(오른쪽)의 심부 온도에 따른 락테이트 함량 비교〉



자료 : 농촌진흥청

## 4. 쇠고기 수출 우수국가 마케팅 전략

### 4.1. 미국 쇠고기 수출 전략

#### 4.1.1. 미국 쇠고기 현황

- 미국은 1천 두 이상을 사육하는 대형 비육장(패커)이 2천개 이상 있음. 전체 비육장 비율로 따졌을 때 대형 비육장의 점유율은 2% 정도밖에 되지 않지만, 총 출하 비육우 두수는 80% 이상을 차지할 정도로 미국의 쇠고기는 대형 전문농가에서 대량으로 생산되고 있는 상황임
- 또한 송아지 단계, 육성우 단계, 비육우 단계로 구분하여 각각의 단계별 전문 농가에서 소를 체계적으로 사육하고 있음

#### 4.1.2. 스테이크용 부위 위주로 수출 진행

- 미국산은 블랙앵거스의 스테이크용 부위 중심으로 수출되고 있음
- 곡물 사육기간이 짧아 일본산보다는 마블링의 형성이 다소 미흡한 편이지만, 고기 맛이 진하기 때문에 스테이크용으로는 선호도가 높음

#### 4.1.3. 홍콩에서의 중저가 가격전략

- 미국은 홍콩 쇠고기 중저가 시장을 차지하고 있음
- 저가 시장을 차지하고 있는 뉴질랜드산과 호주산 쇠고기와 고가 시장을 차지하고 있는 일본과 호주의 화우 사이에서 많은 판매가 이루어지고 있음

#### 4.1.4. 홍보 및 마케팅

- 미국의 해외 수출 홍보 마케팅은 USMEF에서 전담하고 있으며, 수출을 진행하고 있는 각 국가에 해외 지사가 있음. USMEF는 각국의 무역업자, 구매자, 유통업체 및 가공업체 등과 긴밀한 업무관계를 구축하는 역할을 담당함
- 미국에서 발생한 광우병으로 인해 소비율이 하락하자 안심 캠페인, Desire beef 캠페인, We care 캠페인 등을 통해 미국 쇠고기의 안전성을 강조하는 방식으로 활발한 홍보 활동을 펼쳐왔음

### 4.2. 호주 쇠고기 수출 전략

#### 4.2.1. 호주 쇠고기 현황

- 호주는 깨끗한 자연을 보유하고 있는 국가로 청정한 이미지를 기반으로 청정우를 생산하고 있으며, 생산량의 70% 이상을 해외로 수출하는 쇠고기 수출 강국임. 일본 화우를 벤치마킹한 호주산 화우를 최고급 쇠고기로 생산하고 있으며 기존 품종들로는 중저가 시장을 형성하고 있어 중저가부터 최고급까지 쇠고기의 모든 부분을 차지하고 있는 국가임
- 호주의 냉장 쇠고기는 주로 일본, 미국, 한국으로 많이 수출되고 있으며 이 밖에도 65개국에 다양하게 수출되고 있음. 냉동 쇠고기는 미국, 일본, 중국, 한국이 주요 수출국이며 이 밖에도 75개국에 수출되고 있음

#### 4.2.2. 일본품종 화우를 활용한 가격 전략

- 호주는 일본의 화우를 자국에서 대량으로 생산하여 호주산 화우로 수출하고 있음. 호주 화우 또한 마블링은 우수하지만 일본 화우와는 달리, 다른 품종 사이에서 태어난 소도 화우로 폭넓게 인정하고 있기 때문에 혈통을 중요시 여기는 일본의 화우와는 달리 호주는 품질을 유지하는 선에서 실용주의를 강조하고 가격을 낮춰 성공한 전략이라고 볼 수 있음
- 홍콩이나 대만, 캄보디아 등 아시아이 집중되어 있는 일본의 화우에 비해 호주는 유럽과 남미까지 세계 전역으로 수출되고 있음. 일본산 화우보다는 약간 낮은 가격을 책정하여 가성비 좋은 고급 쇠고기로 차별화 하고 있으며 고급 소비자가 아닌 일반 대중을 대상으로 한 중저가 쇠고기를 대형마트나 식당에 많이 납품함으로써 수출 물량을 늘렸음

#### 4.2.3. 다양한 채널을 활용한 적극적인 홍보 마케팅

- 호주산 축산물의 해외 마케팅은 호주축산공사(MLA)가 담당하고 있으며 현지 시장조사 및 호주산 육류 관련 교육 프로그램과 세미나를 개최하고 있음
- 유통업체를 통해서 매장 내 요리시연과 시식을 진행하였으며 호주와인 브랜드인 wolf Blass와의 제휴를 통해 프로모션을 하기도 함. 각 유통 매장별로 디스플레이 컨테스트를 개최하기도 하였음
- 외식업체를 통해서 호주산 육류를 활용한 특별 메뉴를 개발하여 프로모션을 진행하였으나 외식업체 관계자들을 불러모아 세미나를 개최하였음
- 미디어를 통해서 TV광고, TV 요리쇼와 연계한 PPL, 식품관련 잡지나 웹 콘텐츠를 개발하여 웹사이트에 게재하는 등 다양한 홍보 활동을 진행하였음

### 4.3. 일본 쇠고기 수출 전략

#### 4.3.1. 뛰어난 마블링의 프리미엄 쇠고기 전략

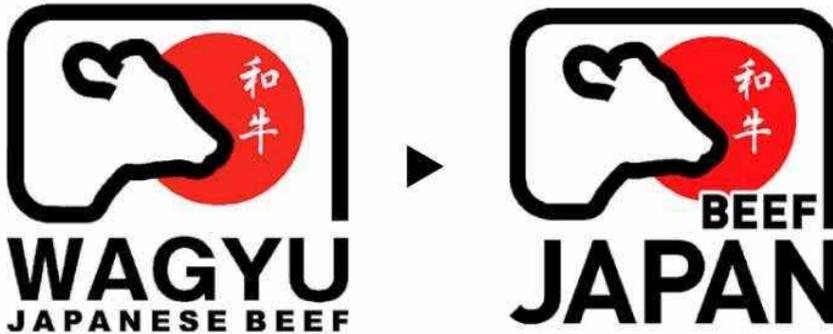
- 고기에 분홍빛이 돌 정도로 마블링이 우수한 점이 일본 화우의 가장 큰 장점이며, 최고급 품질로는 고베화우가 있음. 일본은 높은 품질을 유지하기 위해 사료와 사육 과정을 엄격하게 제한하며 관리하고 있음
- 한우와 마찬가지로 일본의 화우도 수입산 쇠고기보다 3배 이상의 높은 가격에 판매되고 있으며, 홍콩 수출시에도 고급 이미지와 이에 맞는 높은 가격을 책정하고 있음. 홍콩에서 고급육 시장을 형성하고 있는 호주 화우와 비교해도 1.5배에서 2배까지의 가격차이가 남
- 화우는 지방이 많아 스테이크나 구이용으로는 적합하지 않으며 얇게 썰어 스키야끼나 샤브샤브로 먹기에 적합함. 이렇듯 화우에 어울리는 요리방법이 있기 때문에 일본은 쇠고기만 수출하는 것이 아닌 일본 쇠고기를 가장 맛있게 먹을 수 있는 요리를 함께 수출하여 ‘화우 식문화’를 세계화 하겠다는 전략을 펼치고 있음

#### 4.3.2. 컨트롤 타워 구축으로 일관성 있는 생산량과 품질 유지

- 일본도 초기에는 각각의 지역 브랜드가 무분별하게 수출을 진행함. 화우의 생산량과 품질이 고르지 않은 상황에서 지자체의 실적 향상에 치우친 수출은 해외 시장에서 안정적인 물량을 공급하지도 못하고 품질에서도 좋은 평가를 얻지 못했음
- 뛰어난 품질을 가지고 있음에도 이렇듯 체계적이지 못한 수출 방식으로 호주 화우에게 자리를 내주면서 수출 실패로 끝나는듯 하였으나 2010년 이후 정부가 주체가 되어 고급 농축산물의 수출 시스템에 대한 재점검을 시작함
- 수출 생산 시스템 점검을 시작으로 도축과 가공 인프라 확립, 해외 유통 시스템 구축, 쇠고기 수출 컨트롤 타워 마련으로 안정적인 물량공급과 일관성 있는 품질을 유지하여 현재의 프리미엄 브랜드를 구축할 수 있었음
- 축산물 수출은 일본 축산물 수출 촉진 협의회가 하나의 컨트롤 타워가 되어 진행하고 있으며, 협의회는 수출 촉진 사업 추진, 수출관련 정보 수집 및 분석, 수출관련 애로사항 해소, 관련기관 간 연락 및 조정 등 수출과 관련된 전반적인 업무를 담당하고 조정하고 있음

### 4.3.3. 마케팅 및 홍보 전략

#### ○ Japan Beef 브랜드 통일



일본에는 고베규, 마츠사카규, 오우미우시규, 요네자화우 등 지역 고급 브랜드가 많음. 초기에는 각 지역의 브랜드가 개별로 수출을 진행하여 해외 소비자들의 혼란을 야기하자 정부에서는 일본 화우를 표현하는 마크를 생성하여 하나의 브랜드로 통일성 있게 수출하였음. 현재는 정식으로 수출한 일본 화우에는 Japan Beef 로고가 박혀 있으며 해외 소비자는 해당 로고를 통해 믿을 수 있는 일본산 화우인 것을 인지하게 됨. 또한 브랜드가 통일되자 해당 브랜드로 일관성있게 홍보함으로써 일본 화우에 대한 인지도를 높일 수 있었음

#### ○ 일본 화우 소개 및 부위별 레시피 정보 제공

해외 수출용 브로슈어에 일본 화우의 특징과 우수성을 게재함과 동시에 실용적인 레시피 정보를 제공함으로써 일본 화우를 어떻게 조리하여 먹으면 좋을지 안내하는 내용을 담아 배포함. 이처럼 단순히 일본 화우의 우수성에 대해서만 작성하기보다 소비자들에게 유용한 레시피 정보까지 제공함으로써 브로슈어의 활용도를 높였다고 볼 수 있음. 또한 부위별 레시피를 상세하게 제공함으로써 화우 요리법에 대한 구체적인 정보를 제공하였음



○ 홍콩 쇠고기 관련 담당자를 초청하여 설명회 및 시식회 개최

일본 총영사 관저에 홍콩 육류 유통업체, 수입업체, 호텔 및 레스토랑 관계자 등을 초대하여 일본 화우에 대한 설명회 및 시식회를 진행하였으며, 추가적으로 일본계 호텔에 저먼미트협회 회원 및 언론인, 호텔 관계자를 초청하고 일본 화우 설명회 및 시식회를 진행하였음

○ HKTDC Food Expo 참가

홍콩 최대 식품 박람회에 참여하여 일본 화우에 대해 시식과 홍보를 진행하여 인지도를 높여 나갔음

- 일본 현지 시장조사를 통한 쇠고기 마케팅 포인트 도출

○ 고급스러운 진열 및 선물세트 구성



지방 함량이 높고 마블링이 화려한 화우를 가장 맛있게 먹을 수 있는 방법은 얇게 썰어서 스키야끼나 샤브샤브로 먹는 것임. 이에 따라 일본은 최상급의 화우를 얇게 썰어 비닐봉지에 한겹 한겹 포장하여 비단처럼 진열하고 있음. 얇은 화우를 비닐에 포장하는 이유는 얇게 손질된 고기의 변색과 품질유지를 위한 방안이며 소규모 가구가 많기 때문에 한장 한장 필요할 때만 위생적으로 먹을 수 있도록 구성한 것임. 선물세트 또한 나무재질의 포장 상자에 비단처럼 화우를 담아낸 것이 특징임. 한우 또한 가장 맛있게 먹을 수 있는 방법을 고안해 그에 맞는 포장과 진열방식으로 해외 소비자의 시선을 끌어야 함

○ 고급스러운 이미지를 전달하기 위한 다양한 패키징 방법



고급 쇠고기의 색감이 가장 잘 드러날 수 있는 다양한 패키지를 사용하고 있음. 프리미엄 컬러인 황금색 패키지를 활용하거나 친환경 느낌이 나는 나무재질 패키지를 사용하거나 빨간 색감을 가장 잘 표현하면서 고급스러운 느낌을 주는 검은색 트레이에 담아낸 경우도 있음. 이에 더하여 고기가 더욱 싱싱하게 느껴질 수 있도록 실제 야채나 혹은 야채 종이를 활용하여 디스플레이한 경우도 있었음

○ 고급스러운 가격표 설치



일본은 포장뿐만 아니라 해당 상품의 가격표까지 신경을 쓰는 디테일함을 보여주었음. 고급 축산물의 이미지에 손상이 가지 않도록 검은색 바탕에 흰색 텍스트를 넣어 깔끔하게 표시한 가격표가 있는가하면 나무팻말에 텍스트를 새겨 가격표를 설치한 곳도 있었음. 일본의 화우는 이런 디테일함속에서 품질을 더욱 높여나가는 것으로 보임

○ 요리에 필요한 소스를 함께 진열



일본의 경우 화우를 스키야끼나 샤브샤브용으로 많이 활용하는데 이에 필요한 간장이나 육수를 고기와 함께 진열하여 구입하는 소비자의 편의를 배려하는 방식으로 판매하고 있었음

○ 홍보 POP 및 이벤트 진행

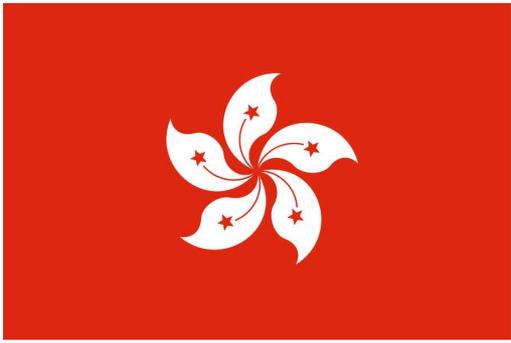
진열된 쇠고기의 특징과 우수성을 잘 표현할 수 있는 POP를 눈에 띄게 게시하여 고기와 함께 판매하는 경우가 많았으며, 마켓 전단지를 활용하여 인스타그램 사진 이벤트나 추천 상품 등으로 해당 상품을 홍보하기도 함



## 5. 한우 수출 현황

### 5.1. 홍콩 시장 현황

#### 5.1.1. 국가 개황

명칭	홍콩(Hong Kong) 중화인민공화국 홍콩특별행정구	
상징		
위치		
면적	1,106km <sup>2</sup> (서울의 605 km <sup>2</sup> 의 1.8배) 홍콩 섬, 구룡반도, 란타우 섬, 신계로 구분	
인구	7,389,500명(2017 추산)	
민족	중국인 92.0%, 인도네시아인 및 필리핀인 4.6%, 백인 0.8%, 기타 2.6%	
언어	영어, 중국어(사실상 광둥어)	
종교	도교/불교(35.6%), 기독교(11.8%), 이슬람교(3.1%), 기타 종교(1.5%), 무교(48.0%)	
화폐	홍콩달러(HKD)	

### 5.1.2. 경제 현황

- 홍콩은 자유 시장 경제체제를 바탕으로 민간기업의 경제활동과 외환의 이동이 유연하여 동식물의 검역(SPS) 관련 규정을 제외하고는 자유로운 무역거래가 이루어지고 있는 국가임
- 홍콩은 부가가치세, 관세가 없고, 금융소득(이자, 배당, 양도소득), 증여 소득에 대해서도 과세하지 않는 경제적 특징이 있으며. 내외국인 및 내외국기업 구별 없이 홍콩에서 발생한 소득에 대해서만 조세를 부과하고 있음
- 1차 산업과 2차 산업이 거의 없으며, 서비스 산업인 3차 산업이 중심인 산업 구조를 가지고 있음

### 5.1.3. 식품시장 특성

- **식품 트렌드를 선도하는 국가**  
홍콩은 세계 각국의 다양한 제품들의 시장진입과 퇴출이 빈번하기 때문에 홍콩 소비자들은 최신 트렌드를 쉽게 접하게 되고 이에 따라 유행에 매우 민감함. 이렇듯 홍콩은 트렌드가 매우 빠르게 변화해 중국과 동남아시아의 식품 트렌드를 선도하는 역할을 하고 있음
- **높은 소비수준을 가지고 있는 홍콩 소비자**  
홍콩 소비자들의 높은 소비 수준으로 식품 시장은 성숙단계에 도달해 있으며, 저소득층과 고소득층의 양극화가 심해 프리미엄 제품과 할인 제품에 대한 관심은 지속적일 것으로 예상됨
- **수입에 의존하고 있는 식품시장**  
홍콩은 현지의 한정된 자원과 제조기반, 자유로운 무역 환경 등으로 인해 식품이나 음료, 원재료의 자체 생산보다 수입량이 월등히 높음. 홍콩에서 생산되는 식품이나 음료 제품은 주로 내수 및 중국 시장으로 수출하고 있음. 실제 자국 농식품 수요의 약 95%를 수입에 의존하고 있는 상황이며, 이 중 상당 부분은 중국에서 수입되고 있음.
- **식품 안전에 높은 관심**  
예전과 달리 홍콩의 소비자들도 식품 안전에 대한 인식이 많이 바뀌어 유기농 식품, 천연식품에 대한 관심이 높음. 무화학, 무방부제 제품, 트랜스 지방이나 염분이 적은 식품에 대한 인기도 높음. 수출시에는 이 부분을 명확하게 표기하거나 포장에 영양성분을 분명히 명시하는 것이 좋음

○ 소포장 패키지 제품 선호

홍콩 소비자들은 높은 부동산 가격으로 인해 대부분 협소한 공간에서 생활하고 있는 경우가 많기 때문에 구매한 식품을 가정 내 저장하는 것이 용이치 않음. 이로 인해 필요한 양의 식자재만 구입하여 보관하고 있으며, 부피가 큰 대용량 포장 식품보다는 소용량 포장 제품을 선호하는 경향이 있음

○ 간편 조리 식품 선호

홍콩도 맞벌이 부부, 싱글족이 많으며 노동시간이 긴 편이기 때문에 편리한 식품을 많이 구입하는 경향이 있음. 냉동식품이 더 위생적이고 편리하다고 여기며, 이미 조리되어 데워먹기만 하면 되는 간편 조리 식품을 선호함

○ 가격 경쟁 치열

홍콩은 수입규제가 적고 수출입 절차가 까다롭지 않아 시장진입이 쉬운 국가 중 하나임. 세계 각국의 다양한 제품들이 경쟁 구조로 구성되어 있으며 독점력이 있거나 브랜드 파워가 강한 제품이 아닌 이상 홍콩 소비자들에게는 가격이 가장 중요한 구매의 결정요인이 되고 있음

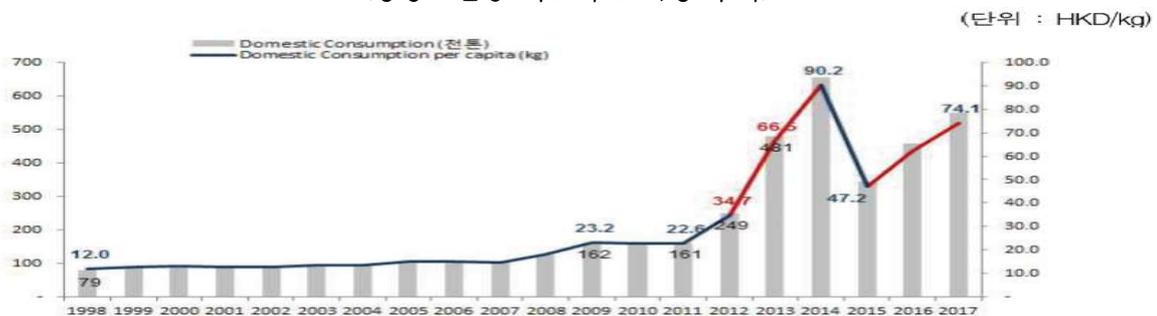
○ 높은 쇠고기 소비 국가

홍콩은 요리재료로 육류를 많이 사용하며 소득 수준이 높아 쇠고기 소비도 많은 편임. 홍콩에는 주로 미국산, 브라질산, 일본산, 호주산 등의 수입 쇠고기가 유통되고 있으며 이 중 일본산 화우 제품이 가장 높은 가격대를 형성하고 있음

5.1.4. 쇠고기 소비 성향

○ 홍콩은 육류 소비량이 다른 국가에 비해 높으며, 2017년 기준 1인당 연간 74.1kg 육류를 소비하는 국가임. 1998년~2017년 동안의 평균 증가량은 17.8%로 나타나고 있으며 한국의 1.4배, 일본의 12.4배로 볼 수 있음

〈홍콩 1인당 쇠고기 소비량 추이〉



주. 2015년의 경우 2014년 미국 BSF 발병의 여파로 쇠고기 소비 심리가 위축되어 소비량 급감  
 자료 : USDA(2017), Domestic Consumption per Capita, 한국산업개발연구원 재구성

- 홍콩은 국민의 대다수가 중국계로서 요리 재료로 육류를 많이 사용함. 쇠고기는 주로 볶음, 완자, 국수나 탕 요리 재료로 많이 사용함. 특히 쇠고기를 핫팟(샤브샤브) 형태로 많이 섭취하는데 젊은 소비자들은 서양 레스토랑을 통해 접한 스테이크 방식을 선호함



핫팟



소고기볶음



청편

자료 : 홍콩 관광청

- 홍콩은 소득수준이 높고 고소득층이 많아 높은 가격에도 일본산 화우나 한국산 쇠고기를 선호하는 경향이 있으며 가격저항이 낮은편임. 이런 소비자는 가격보다 품질에 민감하며 안심, 채끝, 등심 등 고급 부위에 지방이 많고 마블링 화려한 것을 중요한 구매요소로 여기며 마블링이 화려한 일본산 화우가 최고급 쇠고기로 인식되고 있음. 최근에는 드라이에이징(Dry-aging)쇠고기에 대한 관심이 높아 수요가 일부 형성되고 있는 상황임
- 주로 소비되는 쇠고기 부위도 스테이크와 샤브샤브에 적합한 등심, 안심, 채끝 부위임. 최근 일본산 쇠고기의 수입증가와 더불어 일본식 샤브샤브와 스키야끼 수요가 늘고 있고 섭취하는 방식에 따라 쇠고기 선호 부위와 선호 국가도 다른 것으로 나타나고 있음
- 최근에는 한류의 영향 등으로 한국식 양념갈비와 불고기, 구이전문 한식당이 많이 늘고 있으며 인기를 끌고 있음
- 미국산 쇠고기에 대한 인식, 일본산 화우, 한류와 불고기 등 국가 이미지가 쇠고기 구입에 미치는 영향이 커 국가의 브랜드 파워가 구매에 있어 중요한 요인으로 작용함

### 5.1.5. 식품 수입 현황

#### ○ 95%를 수입에 의존하고 있는 홍콩

홍콩은 자체 농식품 생산량이 거의 없어 농식품 수요의 약 95%를 수입에 의존하고 있으며 수입액은 약 245억 달러(USD)임

#### <홍콩 농식품 수출입실적 동향>

(단위 : 백만달러(USD))

구분	2013	2014	2015	2016	2017
수출	7,185.86	7,993.59	8,713.50	10,115.18	10,885.70
수입	21,472.68	23,955.40	22,515.65	24,135.08	24,533.61

자료 : Global Trade Atlas

#### ○ 주요 수입국은 중국

홍콩의 농식품 주요 수입국은 중국(49.7억 달러), 미국(42.8억 달러), 브라질(21.9억 달러), 프랑스(14억 달러), 호주(12.6억 달러). 중국으로부터 육류, 가공식품, 신선농산물 등이 다양하게 수입되며, 미국과 브라질에서는 육류, 프랑스와 호주에서는 와인을 주로 수입하고 있음

#### <홍콩 농식품 수입 상위 5개국 실적>

(단위 : 백만 달러(USD))

순위	수출국	금액	주요품목
1	중국	4,967	생수, 돼지, 양배추
2	미국	4,279	견과류, 쇠고기(냉동), 닭고기(냉동)
3	브라질	2,191	쇠고기(냉동), 우족·소꼬리(냉동)
4	프랑스	1,407	와인, 꼬냑, 샴페인
5	호주	1,255	와인, 기타조제식료품, 포도

자료 : Global Trade Atlas. 2017

○ 주요 수입 품목은 육류

홍콩의 1인당 평균 연간 육류소비량은 약 150kg으로 세계 최고 수준이기 때문에 쇠고기(냉동) 등 많은 육류를 수입하고 있음

<홍콩 농식품 수입 상위 5개 품목 실적>

(단위 : 백만 달러(USD))

구분	수입	
1	쇠고기(냉동)	1,570.26
2	와인	1,470.83
3	전지분유	1,205.88
4	닭고기(냉동)	1,143.89
5	우족 소꼬리(냉동)	982.15

자료 : Global Trade Atlas, 2017

### 5.1.6. 쇠고기 수입 현황

○ 홍콩의 쇠고기 수입은 주로 냉동 쇠고기이고, 냉장 쇠고기의 경우 적은 양이지만 수입이 지속 적으로 증가하고 있는 추세임. 홍콩의 쇠고기 수입의 연도별 편차가 큰 것은 수입 냉동 쇠고기 중 상당량이 중국, 베트남으로 재수출되고 있기 때문인 것으로 보임

<홍콩의 쇠고기 수입 동향>

(단위 : 천 달러(USD))

HS Code	제품명	2011	2012	2013	2014	2015
0201	쇠고기(신선 , 냉장)	79,685	88,364	94,565	107,095	122,093
0202	쇠고기(냉동)	535,202	692,949	1,537,887	2,059,416	1,400,648
계		614,887	781,313	1,632,452	2,166,511	1,522,741

자료 : ITC(International Trade Centre)

- 홍콩에 가장 많이 수출되고 있는 것은 냉동 가공육이며, 미국의 홍콩에 대한 쇠고기 수출이 1위를 차지함. 세계 쇠고기 소비 증가와 함께 쇠고기 소비가 많은 홍콩으로의 수출이 크게 증대된 것임
- 호주는 홍콩과 지리적으로 가까운 거리상의 이점으로 물류운송이 활발하게 이루어져 냉장육을 가장 많이 수출하는 나라임. 특히 일본산 품목종인 화우를 수출하고 있지만 일본산에 비하여 마블링 수준이 떨어져 미국산 일반 안심이나 등심보다 낮은 가격에 판매되고 있음
- 일본의 쇠고기 수출이 홍콩에서 지속적으로 증가하고 있는 추세이며, 일본의 전 세계 쇠고기 수출 총액의 27% 이상 홍콩이 차지하고 있는 큰 시장임. 주요 수출 품목은 스테이크용 화우, 안심, 등심, 채끝 등으로 매년 수출금액은 증가하고 있음

〈홍콩시장에 대한 쇠고기 주요 수출국〉

(단위 : 천 달러(USD))

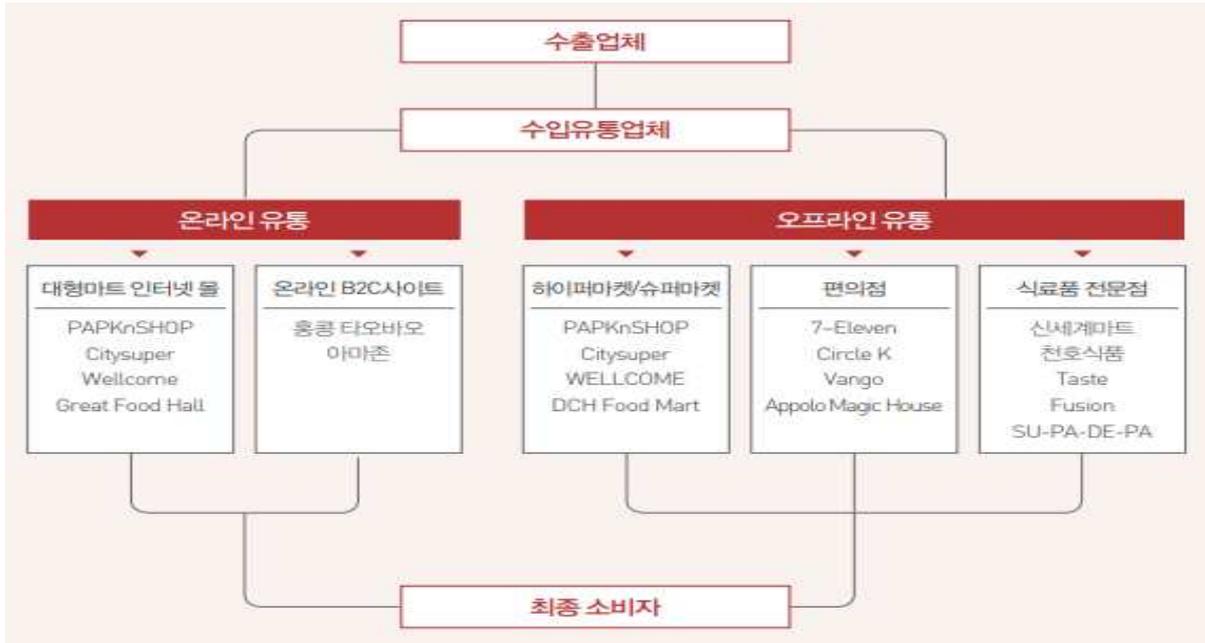
HS Code		미국	브라질	호주	일본	한국
냉장	0201.10	-	-	-	-	-
	0201.20	2,150	-	-	72	-
	0201.30	34,643	5,154	44,827	21,015	49
냉동	0202.10	201	-	127	-	-
	0202.20	168,502	21,141	1,702	-	163
	0202.30	485,730	545,748	20,826	6,250	264
계		691,226	572,043	70,561	27,337	476

자료 : ITC(International Trade Centre), 2015

### 5.1.7. 유통구조 특성

- 홍콩의 농식품 유통구조를 보면 일반적으로 수입업체들이 슈퍼마켓, 편의점, 외식업체 등에 수입한 농식품을 공급하는 기능을 병행하는 경우가 많음. 최근 Wellcome, ParknShop 등 대형유통업체에서는 PB 상품군의 확대와 원가절감 등을 위해 수입업체를 거치지 않고 직접 수출업체와 거래하는 경향이 높아지고 있음

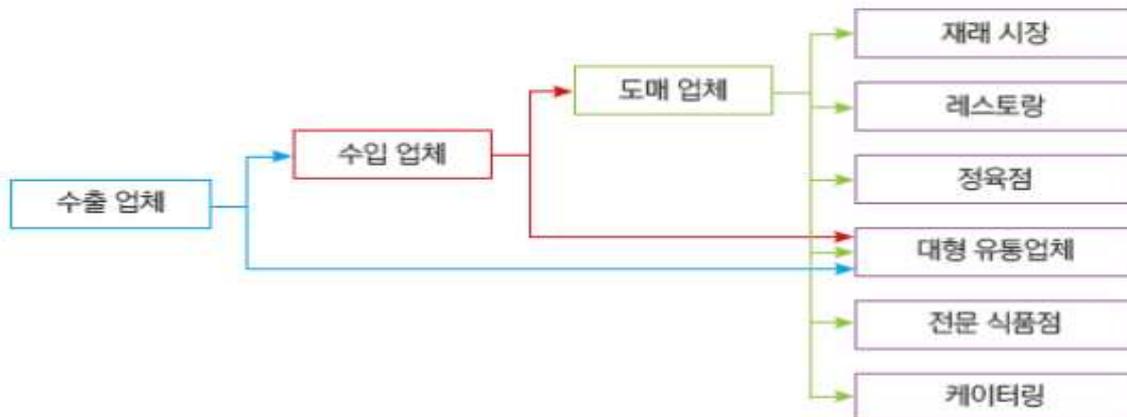
<수입식품 유통구조 MAP>



자료 : aT 한국농식품유통공사

- 수입 쇠고기의 경우에는 수입 업체가 직접 대형 유통업체에 납품하거나 다시 도매업체에 넘겨 유통시키는 방법으로 나누어 짐. 일부 대형 유통업체는 수출업체로부터 직접 수입하는 경우도 있음

<홍콩 수입 쇠고기 유통 구조>



자료 : aT 한국농식품유통공사

### 5.1.8. 유통채널 특성

- 홍콩은 좁은 면적과 높은 인구 밀도로 인해 가정 내 주방면적이 좁고 식품을 보관할 수 있는 공간도 부족하기 때문에 외식을 하거나 필요한 식료품은 필요할 때 소량으로 자주 구입하는 특성이 있음. 그래서 아파트 등 주거지 주변에 다양한 슈퍼마켓 체인과 편의점 등 식료품의 구매가 가능한 점포들이 자리 잡고 있음
- 타겟 소비자에 따라 중저가 슈퍼마켓, 중산층 매장, 프리미엄 매장 등 크게 3개의 그룹으로 구분할 수 있음
- 중저가 슈퍼마켓 : wellcom, ParknShop, 759 store, DCH Food mart  
Wellcome과 ParknShop은 신선제품, 가공식품등 저렴한 가격의 경제적인 상품을 주로 판매하며 홍콩 전체 유통시장의 약 80%를 차지하고 있음. wellcome의 경우 제품 브랜드보다 가격에 민감한 소비자가 주 타겟임. ParknShop은 가족단위부터 개인까지 가격에 민감한 고객층을 타겟으로 하고 있으며 홍콩 식품 시장에서 선도적인 위치를 가지고 있는 슈퍼마켓 중 하나임. 서구 슈퍼마켓과 정통 홍콩 재래시장의 모습을 혼합한 스타일로 소비자에게 호평받고 있음. 759 store의 경우는 수입한 가공식품을 위주로 판매하고 있는 유통채널임. 한국산 과자, 라면과 일본산 스낵류 등이 상당히 갖추어져 있으며 저가에 판매하는 전략으로 차별화를 두고 있음

구분	매장명	점포수	주요특징
중저가 슈퍼마켓	wellcom	280	홍콩 최대 매장 보유 한국 식품 취급(양념, 라면, 과자, 신선과일, 가공식품 등) 합리적인 가격대의 제품이 대부분임
	ParknShop	260	식품의 신선도 및 가격 경쟁력 높음 저렴한 가격인 중국 제품 비중이 높음
	759 store	247	홍콩 최대 가공 식품 체인 스낵류 중심의 상품을 구비하고 있으며 특히 일본산 제품이 많음 한국산 과자, 라면, 김 등이 많이 구비됨
	DCH Food mart	70	홍콩 최대 냉동 식품 전문 유통 체인 냉동 해산물과 육류, 건조 해산물, 일반 식료품이 주로 취급됨

자료 : aT 한국농식품유통공사

○ 중산층 매장 : IEON, APITA, YATA

APITA, YATA는 비교적 고가, 고급의 수입식품 위주를 판매함. 특히 YATA는 현대 일본 생활양식 백화점 콘셉트로 일본의 생활상품이나 신선 농산물, 주류 등 다양한 일본산 물품을 구비하고 있음

구분	매장명	점포수	주요특징
중산층 매장	IEON	12	일본산 신선 농산물 및 식품이 주류 제품 매년 한국 상품전 개최
	APITA	3	유기농 식품, 고가 제품군 유통 활발
	YATA	7	일본 마켓을 컨셉으로 하는 대형 슈퍼마켓 한국과 일본 제품 다수 취급 매월 국가별 판촉전 개최

자료 : aT 한국농식품유통공사

○ 프리미엄 매장 : SOGO, City Super

SOGO와 City Super는 소득이 높고 해외 거주 경험이 있는 홍콩인이나 외국인 주 고객층이며 고품질, 고가의 수입품 중심으로 구성되어 있음

구분	매장명	점포수	주요특징
프리미엄 매장	SOGO	2	명품 브랜드가 입점한 종합 백화점 시내 중심 위치, 접근성 용이 한국산 제품 프로모션 활발
	City Super	4	소득이 높고 해외 거주 경험이 있는 홍콩인, 외국인이 주 고객층 고품질, 고가의 수입품 중심의 제품 구성
	Three Sixty	1	Dairy Farm계열의 최고급 유통매장으로 홍콩 상류층과 외국인이 주요 소비자임 자연식품과 유기농식품을 주로 취급
	Great	1	왓슨(AS Watson)그룹이 운영하는 최고급 유통 매장으로 시내 중심가에 위치 주요 고객은 외국인과 홍콩 상류층임
	Market Place by Jasons	42	Dairy Farm계열의 프리미엄 매장으로 총 42개 의 매장을 보유 유기농제품 및 주류를 포함하여 전반적인 수 입 농식품을 취급
	Taste	50	왓슨(AS Watson)그룹 계열의 프리미엄 마켓 다양한 종류의 농식품을 취급하고 있고, 한국 농식품 전용 매대를 설치

자료 : aT 한국농식품유통공사

○ 소형 유통매장 : Tastymart, Bestmart360, Foodwise

가공식품과 생필품 위주로 취급하고 있는 경우가 많으며, 특히 Tasty Mart는 대부분의 물품을 직접 수입하고 있으며 한국 스낵류가 절반이상을 차지하고 있음. 소형 유통매장은 점포수를 점차 늘려나가고 있는 추세임

구분	매장명	점포수	주요특징
소형 유통 매장	Tastymart	17	가공식품 및 생필품만 취급 가공식품 중 한국 스낵류가 절반이상을 차지 대부분 직접 수입, 최근 증가 추세
	Bestmart360	70	가공식품 및 생필품만 취급 대부분 독점수입상을 통해 구매 한국 30%, 일본 20%, 유럽 등 기타 품목 50%로 구성 생필품 판매 및 동남아산 견과류가 유명
	Prize Mart	32	중국계 수입 전문 한국 20%, 일본 20%, 유럽 등 기타 60% 한국산 과일 및 계란 일부 수산물, 식용유 등 취급
	Foodwise	12	신선 및 냉동, 냉장, 가공식품 취급 한국 20%, 일본 20%, 유럽 등 기타 60% 한국산 과일 및 계란 일부 수산물, 식용유 등 취급

자료 : aT 한국농식품유통공사

○ 이 외에도 온라인 스토어로 당일 배달이 가능한 Jou Sun, 프랑스식 온라인 정육점인 La Boucherie 등이 있으며, 타 국가 대비 온라인 유통의 성장속도는 느리지만 젊은 층의 모바일 쇼핑이 늘어나면서 지속적으로 증가하고 있음

## 5.2. 홍콩 수출 현황

### 5.2.1. 한우 수출량

- 2015년 12월 한우를 홍콩에 처음으로 수출 한 이후 일본 화우 못지않은 맛과 우수성을 알리며 한우 프리미엄 이미지를 구축에 주력함. 수출 2년 만에 누적 100톤을 넘기며 지속적으로 물량이 증가하고는 있지만, 양에 비해 수출

금액은 줄어들고 있음. 이는 일부 후발 업체들이 무리하게 수출 경쟁에 뛰어들면서 무분별하게 수출을 진행했기 때문에 온 영향으로 보임

〈홍콩 한우 수출 실적〉

(단위 : 톤, 천달러(USD))

연도	수출물량	수출금액
2015	1,164	87
2016	47,885	3,478
2017	57,061	3,308
2018	52,896	2,901
<b>합계</b>	<b>159,006</b>	<b>9,774</b>

자료 : 한우자조금관리위원회

\* 2018년은 12.6 기준

5.2.2. 한우 유통채널 현황

○ City Super를 시작으로 유통 매장 확장 중

한우 첫 판매 매장은 프리미엄 마트인 City Super였으나 최근에는 Time Square, IFC, Harbour City, Great Good Hall, AEON, SOGO 등 프리미엄 마트 뿐만 아니라 일반 유통 매장에서도 판매되고 있으며, Mr. Steak와 같은 스테이크 레스토랑이나 미술랭 가이드 3등급 아트리에 로보송 및 일부 호텔에서 사용되고 있음

○ DCH Mart 한우 판매 현황

냉동육 코너에 한우, 미국산 쇠고기 판매 중임, 제주도산 한우로 스킨 포장되어 진열 판매되고 있음. 냉장육 코너에는 미국산 쇠고기가 판매되고 있으며, 양념하여 판매하는 상품도 있었음. 한우가 미국산 쇠고기의 가격차이는 약 2배로 나타남



이름	DCH Food Mart
개요	1985년 Dah Chong Hong Ltd. 에서 설립 약50개 매장 운영 홍콩 냉동식품 전문 체인점 시장 1위 업체
홈페이지	<a href="http://www.dch.com.hk">http://www.dch.com.hk</a>
주요 특징	홍콩 최대 냉동식품 전문 유통체인냉동해산물, 육류, 건조 해산물, 일반 식료품등을 취급2007년 중산층을 대상으로 하는 DCH Food Mart Deluxe 오픈



상품명	부위	원산지	매대	중량(g)	가격(HK\$)	100g당 가격(HK\$)
Korean Beef 1 sliced marble(deckle)	차돌박이	한국	냉동	150	108	72
Korean Beef 1 sliced top chuck	목살 or 살치	한국	냉동	150	165	90.9
USA Angus Chill Ribeye Beef Steak	등심	미국	냉장	232	106.5	45.9
USA Preium Sliced Beef Boneless Short Rib	갈비	미국	냉장	284	133.2	46.9

○ City Super 한우 판매 현황

냉장육 코너에 일본, 한국, 호주, 미국산 쇠고기 판매 중임. 화우의 경우 부위별 판매 이외에도 스키야끼용, 큐브용, 야끼니쿠용 등 용도별로 판매하고 있음. 한우의 가격은 화우와 비슷하거나 약간 더 높게 판매되고 있으며, 횡성한우와 하동한우가 판매되고 있음



이름	City Super
개요	1996년 설립, 홍콩 내 4개의 매장 운영 상하이, 대만에도 매장 보유
홈페이지	<a href="http://www.citysuper.com.hk">http://www.citysuper.com.hk</a>
주요 특징	Mega Lifestyle Specialty Store 컨셉 소득이 높고 해외 거주 경험이 있는 홍콩인이나 외국인이 주 고객층 고품질, 고가격의 수입품 중심의 제품 구성 다양한 수입산 제품을 판매 최근 다이닝푸드코트인 cooked Deli 매장 운영(홍콩 내 3곳)



상품명	부위	원산지	매대	중량(g)	가격(HK\$)	100g당 가격(HK\$)
Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef Striploin	채끝	일본	냉장	100	230	230.0
Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef For Yakiniku	-	일본	냉장	100	155	155.0
HADONG Pine Needles Hanwoo (Korean Chilled Beef Striploin, Grade 1++)	채끝	한국	냉장	100	200	200
Korean Hoengseong Hanwoo Chilled Beef rib Eye, Grade 1++	등심	한국	냉장	100	235	235
Australian M9+ Grade Wagyu Beef striploin	채끝	호주	냉장	100	168	168
USA Long Term Grain Fed Beef Chuck Flap Set Shabu Shabu	-	미국	냉장	1팩	260	-

○ Great Food Hall 한우 판매 현황

냉장육 코너에 일본, 한국, 호주, 미국산 쇠고기 판매 중임. 한우는 제주 다우연 한우가 판매되고 있으며 가격은 일본 화우와 같은 가격으로 판매되고 있으며, 진열도 함께 되어 있음. 미국, 호주산의 경우 유기농, 목초 사육 등을 강조하기도 하며, 샤브샤브용등의 용도별로도 판매하고 있음



이름	Great Food Hall
개요	홍콩에서 1개 매장 운영 퍼시픽 플레이스 지하에 위치
홈페이지	<a href="http://www.greatfoodhall.com">http://www.greatfoodhall.com</a>
주요 특징	왓슨(A.Swatson)사에서 운영하는 고급 프리미엄 슈퍼마켓 파크앤샵(ParknShop)의 프리미엄 슈퍼마켓 서브 브랜드 주요 고객은 홍콩 상류층과 외국인임 다양한 해외 상품을 구비하고 판매하고 있으며, 최근 트렌드인 grocerant 형태의 매장으로 운영되고 있음



상품명	부위	원산지	매대	중량(g)	가격(HK\$)	100g당 가격(HK\$)
Japanese Chilled Beef Striploin Steak A5	채끝	일본	냉장	100	145	145
Korean Jeju chilled Beef Sirloin Grade 1++	등심	한국	냉장	272	394.4	145
OBE Organic Beef Rib-Eye Steak Grass-Fed	등심	호주	냉장	100	49	49
Australia 300day Grain Fed Pure Black Angus Beef ribeye Grade	등심	호주	냉장	414	393.3	95
USA Prime Beef Boneless short Rib Shabu Shabu	갈비살	미국	냉장	140	91	65
USA Natural Beef rib-eye Gap 4	등심	미국	냉장	100	57	57

○ 유통채널 현황 종합 : 한우는 일본산 화우와 비슷한 가격에 형성

채널에 따라 가격 차이가 크며, 고급 마켓인 경우 고가로 판매하는 경우가 많음. 일본 화우와 한우는 가격 차이가 거의 없으며, 고급육의 경우 등심과 채끝이 많이 판매되고 있음

매장	상품명	부위	원산지	매대	중량(g)	가격(HK\$)	100g당 가격(HK\$)
DCH	korean Beef 1 sliced marble(deckle)	차돌박이	한국	냉동	150	108	72
DCH	koreanBeef1slicedto pchuck	목살, 살치	한국	냉동	150	165	110.0
DCH	USA Angus Chill Ribeye Beef Steak	등심	미국	냉장	232	106.5	45.9
DCH	USA Preium Sliced Beef Boneless Short Rib	갈비	미국	냉장	284	133.2	46.9
ParknShop	chilled Beef Striploin Steak	채끝	호주	냉장	1팩	65.9	
ParknShop	Black Pepper Beef Steak	등심	브라질	냉장	420	43.5	10.4
ParknShop	NZ Beef Rib Eye	등심	뉴질 랜드	냉장	165	24.4	14.8
wellcome	US Marble beef		미국	냉장	236	62.5	26.5

wellcome	US Short Rib	갈비	미국	냉장	195	86.8	44.5
wellcome	Beef Bolar Blade	앞다리살	호주	냉장	400g		
wellcome	Canadian Grain-Fed Beef Short Ribs	갈비	캐나다	냉동	454	76.9	16.9
wellcome	Canadian Striploin Steak	채끝	캐나다	냉동	220	63.9	29.0
city super	Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef For Yakiniku		일본	냉장	100	155	155.0
city super	Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef Striploin	채끝	일본	냉장	100	230	230.0
city super	Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef For Sukiyaki		일본	냉장	100	150	150.0
city super	Japan Yamagata chilled Wagyu Beef Cube		일본	냉장	160	240	150.0

city super	Japan Yamagata chilled Wagyu Beef Set	목심	일본	냉장	402	623.1	155.0
city super	HADONG Pine Needle sHanwoo (Korean Chilled Beef Striploin, Grade 1++)	채끝	한국	냉장	100	200	200
city super	Yamagata Chilled A5 Wagyu Beef Ribeye	등심	일본	냉장	100	230	230
city super	Korean Hoengseong Hanwoo Chilled Beef rib Eye, Grade 1++	등심	한국	냉장	100	235	235
city super	Korean Hoengseong Hanwoo Chilled Beef Sirloin, Grade 1++	등심	한국	냉장	100	235	235
city super	Hoengseong Chilled Grade 1++ Hanwoo Beef Top sirloin Cap	등심	한국	냉장	120	261	217.5
city super	Australian Super Long Term Grain Fed Chilled Angus Beef Striploin	채끝	호주	냉장	100	82	82.0
city super	Australian M9+ Grade Wagyu Beef striploin	채끝	호주	냉장	100	168	168
city super	USA Long Term Grain Fed Beef Chuck Flap Set Shabu Shabu		미국	냉장	1팩	260	

great food hall	Korean Jeju chilled Beef Sirloin Grade 1++	등심	한국	냉장	272	394.4	145
great food hall	Japanese Chilled Beef Striploin Steak A5	채끝	일본	냉장	100	145	145
great food hall	OBE Organic Beef Rib-Eye Steak Grass-Fed	등심	호주	냉장	100	49	49
great food hall	Australia 300day Grain Fed Pure Black Angus Beef ribeye Grade	등심	호주	냉장	414	393.3	95
great food hall	USA Prime Beef Boneless short Rib Shabu Shabu	갈비살	미국	냉장	140	91	65
great food hall	USA Natural Beef rib-eye Gap 4	등심	미국	냉장	100	57	57

### 5.2.3. 외식업체 현황 및 인터뷰

○ 현재 한우 전문 외식업체는 많지 않으며, 한우만 전문적으로 운영하고 있는 외식업체로는 대표적으로 무궁화 식당이 있음

○ 무궁화 식당 인터뷰 내용

	
식당소개	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 한우를 메인으로 하는 한우 전문점, 2017. 5 오픈</li> <li>▪ 자체 가공 공장을 가지고 있으며, 도매 유통도 진행</li> <li>▪ 마이너 버전의 브랜드 매장(리얼한우)도 운영</li> <li>▪ 가장 많은 한우 부위를 사용하는 식당</li> </ul>
식당현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 30~40대 홍콩사람이 메인 타깃</li> <li>▪ 2년 전 오픈했지만 매출은 점차 상승하고 있음</li> <li>▪ 일본 화우는 지방이 많아 기름지지만 한우는 맛도 좋으면서 덜 기름져 최근 건강을 생각하는 홍콩 사람들은 한우를 더 찾고 있는 추세임</li> </ul>
한우 유통 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (주)축림에서 공급받고 있음</li> <li>▪ 평균적으로 1주에 6두 정도 공급</li> <li>▪ Whole size 진공포장으로 항공운송(냉장)</li> <li>▪ 빠른 냉동으로 공급</li> <li>▪ 비선호 부위 등은 가공하여 HMR제품등으로 판매</li> </ul>
마케팅 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3040 대상으로 SNS는 주로 페이스북을 통해 홍보</li> <li>▪ 이 밖에도 잡지와 신문을 통해 식당을 홍보하고 있음</li> </ul>
한우 경쟁력	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 기름진 화우에 비해 한우는 건강하고 육즙이 풍부하다는 강점이 있음</li> <li>▪ 가격이나 유통에서는 큰 경쟁력을 내세우긴 쉽지 않은 상황이지만 현재 트렌드와 잘 맞추어 홍보할 경우 홍콩 소비자들에게 충분히 관심을 끌 수 있는 원물이라고 생각함</li> </ul>
운영상의 어려움 및 요청사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 홍콩에서는 한우 정육이 쉽지 않아 한국에서 해오는 시스템 사용</li> <li>▪ 홍콩 사람들을 통해 기술적인 교류가 필요함</li> </ul>

## 5.2.4. 한국식품 수입업체 인터뷰

	
<p><b>업체소개</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2011년 설립</li> <li>▪ 한국 인삼, 홍삼 및 신선과일, 가공 식품등 한국 식품을 홍콩으로 수입하여 오프라인 매장에서 판매하고 있음</li> <li>▪ 자체 집포 수 15개(2019년 30개까지 확장하고자 함)</li> </ul>
<p><b>업체현황</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 한우 수입을 시작해 보려고 축산물 수입 허가를 받아 놓은 상태이지만 당장 진행하기는 어려울 것으로 보임</li> <li>▪ 아직까지는 홍콩에 한우에 대한 인지도가 없으며 수입되는 양이 너무 적음</li> <li>▪ 오프라인 매장에서 냉장육우를 판매하려면 추가 시설을 설치해야 하는 등 절차가 까다로워 바로 판매를 하기는 어려움</li> </ul>
<p><b>홍콩시장 현황 및 한우수출 관련 조언</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 한국 외식업체 협회 일을 병행 하고 있음</li> <li>▪ 한식당은 홍콩 내 400개 정도 있고, 200개 정도가 한인이 운영하고 있는 상황이며 나머지 200개는 현지인이 운영하고 있는데 현지인이 운영하는 업체는 한우에 대한 이해도가 떨어져 사용을 하기 어려울 것으로 판단됨</li> <li>▪ 한인이 운영하는 한식당의 경우도 다양한 메뉴를 판매하고 있지만 전반적으로 객단가가 높지 않아 한우를 판매할 수 있는 식당은 많지 않음</li> <li>▪ 1곳 정도만 고급 쇠고기를 취급하고 있으며 현재는 일본산 화우를 사용하고 있음</li> <li>▪ 때문에 식당보다는 고급 프리미엄 슈퍼마켓등 매장 판매가 효율적일 것으로 보임</li> <li>▪ 한우의 품질이 지역별로 다르다는 의견들이 있으며, 항공운송으로 비용이 높음</li> <li>▪ 이에따라 한우 브랜드의 품질 표준화 및 운송비 절감을 위한 방안 마련이 필요함</li> </ul>

### 5.3. 한우 마케팅 현황

#### 5.3.1. 판매 관련 마케팅 현황

##### ○ 로고를 활용한 홍보

일본 화우와 같은 위치에서 판매되고 있다는 점은 긍정적이나 정해진 로고를 쓰지 않고 저마다의 로고를 사용하고 있다는 점에서는 일관성이 없다는 것을 알 수 있었음



##### ○ 홍보 POP

일본과 동일한 형태의 POP 광고판을 부착하여 일본산과 같은 수준의 품질로 인식하도록 함



자료 : 2016 검역타결품목 조사\_쇠고기(홍콩), 농림축산식품부&aT

### 5.3.2. 홍보 관련 마케팅 현황

#### ○ 2018 홍콩 한우 페스티벌 워크 개최



자료 : 이데일리

한우자조금관리위원회는 2018년 홍콩 현지에서 한우 페스티벌 워크 행사를 진행함. 침사추이, 코즈웨이베이, 몽콕 등 20~30대 젊은층이 많이 모이는 변화가에서는 한우 팝업 스토어(트럭)을 운영하면서 한우 메뉴를 시식하고 쿼츠 이벤트를 비롯해 한우 홍보영상과 리플렛을 배포하였음

#### ○ 2017 홍콩 푸드 엑스포 참가



자료 : 식품음료신문

한우자조금관리위원회와 전국한우협회는 홍콩 컨벤션 센터에서 진행된 2017

홍콩 푸드 엑스포에 참가하여 한우 공동 홍보관을 운영하며 한우를 홍보했음. 한우 공동 홍보관에서는 홍콩 현지 바이어 및 소비자들을 대상으로 한우 우수성에 대한 정보를 제공하고 상담 부스를 운영하였으며, 한우 요리 전시 및 한우 시식회, 경품 이벤트 진행 등 다양한 홍보 마케팅을 진행하였음

○ 2017 홍콩 벨트앤로드 축제 참가



자료 : Newsis

한우자조금관리위원회는 홍콩 대표 문화 축제인 ‘홍콩 벨트 앤 로드 축제’에 참가하여 홍콩 관람객을 대상으로 한우의 맛을 알리는 현장 홍보를 진행했음. 벨트앤로드 축제는 세계 각국의 문화와 음식을 소개하고 홍보하는 홍콩의 대표적인 문화행사로 한우자조금은 한국의 대표 상품관으로 한우 홍보부스를 설치해 운영함

○ Restaurant & Bar Hong Kong 2018 참가



자료 : 드림위즈

한우자조금관리위원회는 홍콩컨벤션센터(HKCEC)에서 열린 ‘Restaurant & Bar Hong Kong 2018(2018 레스토랑 & 바)’에 참가해 홍콩 유명 셰프들이 요리를 선보이는 ‘셰프 마스터 클래스(Chef Masterclass)’를 통해 한우 등심을 활용한 홍콩식 요리로 관람객들에게 큰 관심을 얻음. 이 외에도 차와 어울리는 한우메뉴를 소개하는 ‘Tea Pairing’ 코너에서 유명 차 소믈리에가 20년 숙성의 보이차와 이에 어울리는 한우 훈제 등심 롤 등을 선보이며 우리 한우의 위상을 알림

○ 홍콩 바이어 및 셰프 초청 간담회



자료 : 농축유통신문

- 한우 자조금 관리 위원회에서 2017~2018년 진행한 마케팅으로 홍콩 현지의 바이어와 셰프를 국내로 초청해 한우의 우수성과 요리법에 대해 설명하는 자리를 가졌음. 한우 농장, 도축장, 축산물 품질 평가원을 방문하며 한우가 깨끗한 환경에서 자라고 있음을 확인 시키고, 사육에서부터 도축, 가공, 판매의 모든 과정이 철저한 시스템을 바탕으로 과학적이고 위생적으로 관리되는 점을 직접 확인시켜줌으로써 한우에 대한 신뢰성을 높이는 자리였음. 또한 한우의 부위별 요리와 가장 맛있게 조리할 수 있는 다양한 방법들을 전수함. 해당 투어에 참여한 바이어와 셰프는 한우를 지속적으로 구매할 의향을 비쳤으며 판매 촉진에도 더욱 노력하겠다는 의견을 냈다고 함

○ 주홍콩 한국 문화원 한식 조리 강의



자료 : 라이브뉴스

한우자조금관리위원회는 연말을 맞아 12일부터 15일까지 홍콩 소비자들을 대상으로 한우쿠칭클래스, 한우크리스마스파티 등 다양한 연말 감사 이벤트를 진행

## 5.4. 한우수출 이슈사항

### 5.4.1. 수출 물량은 정체상태, 수출 단가는 하락

- 초기 고급육으로 시장을 공략하였으나 일부 후발 업체들의 무분별한 수출로 인해 수출 물량이 정체되고 단가는 하락하고 있는 상황이 됨

### 5.4.2. 수출업체 간 과당 경쟁으로 인한 한우 이미지 하락

- 일부 후발 업체들이 시장 점유율을 높이고 실적을 내고자 등급이 낮은 한우를 저렴하게 판매하거나 덤핑 판매를 하는 등 고급 한우 시장에 중저가 가격으로 판매를 진행해 시장에 혼란을 주고 있음
- 가장 심각한 문제는 냉동육을 냉장육으로 바꿔 판매하여 한우의 프리미엄 이미지에 좋지 않은 영향을 끼치고 있음

### 5.4.3. 균일하지 않은 품질 문제

- 일본 화우의 경우 품질 수준이 균등한데 반해 한우는 같은 등급이라도 품질이 천차만별이라는 의견이 있음

### 5.4.4. 명확한 위치 선정 필요

- 이미 홍콩 쇠고기 시장에서 프리미엄급은 일본산 화우가, 중저가 시장은 미국산 쇠고기가 차지하고 있음
- 한우의 경우 어떤 차별화를 내세워 고가 시장에서 입지를 굳힐지 신중하게 판단해야 한다는 목소리가 나오고 있음
- 이를 위해서는 초기에 명확하게 타겟을 선정하고 한우가 위치하여할 틈새를 세밀하게 파악한 후 치밀한 마케팅 전략을 수립해야 함

### 5.4.5. 인지도를 높이고 와규와는 다른 차별점 강조 필요

- 아직까지 프리미엄 시장은 화우가 차지하고 있으며, 한우는 초기 진입하고 있는 상황임
- 일본산 화우와는 달리 건강에 좋고, 육즙이 풍부한 한우만의 차별화를 강조하여 한우를 알리고 구입을 유도할 수 있는 판매 전략과 더불어 한우의 우수성과 차별점을 홍보할 수 있는 홍보 콘텐츠 구축이 시급함

## 6. 홍콩수출 현황종합 및 1차년도 마케팅 실행전략

### 6.1. 홍콩수출 현황종합

#### 6.1.1. 유통 현황

- 한우는 고급 프리미엄 매장(City super, Great Food Hall등) 위주로 판매되고 있어 고급화 전략을 잘 추진하고 있음을 알 수 있었음. 그러나 일부 매장에서 냉동육으로 한우가 판매되고 있는 것을 볼 수 있었음(DCH 마트)
- 홍콩 사람들은 한류 등으로 한국 문화를 좋아하고 한식에 대한 거부감이 적은 편임
- 홍콩사람들은 쇠고기를 HotPot으로 많이 취식하고 있으며, 최근 Healthy Food에 대한 관심이 많아지면서 지방이 적고, 쫄깃한 식감의 쇠고기를 더 선호하는 추세임
- 홍콩에 많은 한식당이 있으나 대부분 한식당은 다양한 한국 음식을 먹어볼 수 있는 컨셉으로 운영하고 있어 고급육인 한우를 같이 판매하기에는 컨셉이나 가격이 충돌되기 때문에 한우를 전문으로 취급하는 매장의 경우 고급 레스토랑의 컨셉으로 운영되고 있음
- 이로인해 한우 수출 및 홍콩 내 유통체계 점검이 필요하다는 것을 인식할 수 있었으며, 한우의 영양과 식감의 우수성을 명확하게 홍보할 수 있는 콘텐츠가 필요하다는 것을 알 수 있었음

#### 6.1.2. 상품 동향

- 한우의 가격은 일본 화우와 비슷한 가격대로 형성되어 있으며, 화우 바로 옆에 진열되어 있는 경우가 많음
- 화우, 미국산, 호주산 쇠고기 모두 음식 용도별(핫팟, 스키야끼, 샤브샤브, 야키니쿠 등)로 판매하고 있으며, 어느 부위인지도 함께 표시하고 있음
- 또한 쇠고기의 주요 특징(식감, 풍미등)을 POP, 스티커에 표기하여 소개하고 있음
- 그러나 한우는 등급, 지역 등의 소개에 그치고 있어 한우의 우수한 식감이나 영양학적인 특성 등은 소개되고 있지 않음.
- 지역브랜드만 표기되어 있고, 한우수출브랜드는 표기가 되어 있지 않았음.

일본이나 호주가 일본화우, 호주쇠고기로 마케팅을 하는 반면 한우는 같은 한우이지만 지역 브랜드간 경쟁하는 형태로 진열되어 있음

- 이에 따라 지역브랜드가 아닌 ‘한우’ 라는 브랜드 활용하여 마케팅 소구점 (영양, 식감, 주요 특징)에 대한 보완 필요할 것으로 보임

## 6.2. 1차년도 마케팅 실행전략

### 6.2.1. 한우 우수성 홍보 및 정보 제공용 콘텐츠 필요

- 현재 마켓 프로모션, 박람회 참여, 세미나, 팝업 스토어 등의 오프라인 행사는 활발하게 진행되고 있지만 행사 중에 나눠주거나 제공할 수 있는 콘텐츠는 많지 않은 것으로 보임
- 이에따라 홍콩 소비자들을 대상으로 한우의 우수성을 홍보하면서 동시에 한우를 활용한 요리 정보를 제공할 수 있는 콘텐츠를 구축하여 한우 인지도를 높이고 활발하게 홍보할 수 있는 기반을 마련하고자 함
- 한우의 품질을 시각적으로 보여줄 수 있는 비주얼컷을 촬영하고, 한우가 익숙하지 않은 홍콩 소비자들에게 한우 부위별 레시피 정보를 제공할 수 있는 레시피 개발을 통해 필수 콘텐츠를 구축하고 해당 콘텐츠를 향후 다양한 마케팅에 활용하고자 함
- 초기 실용적인 콘텐츠를 구축해 놓을 경우 다양한 채널에서 쉽고 빠르게 적용하여 활용할 수 있다는 장점이 있음

### 6.2.2. 부위별 비주얼컷 촬영

- 한우고기의 부위를 보기 좋게 디스플레이하여 촬영을 진행함. 해당 컷은 레시피 영상이나 레시피북 제작에도 활용할 수 있으며 향후 진행될 SNS 홍보물에도 충분히 활용이 가능할것으로 예상됨



※ 위 이미지는 결과물의 일부이며, 전체 부위별 한우 사진 이미지는 파일로 첨부

### 6.2.3. 한우를 사용한 레시피 개발

- 중식 셰프를 섭외하여 한우를 사용한 홍콩식 레시피 10종을 개발함. 홍콩 소비자들이 즐겨먹거나 쉽게 해먹을 수 있는 요리에 한우를 부위별로 활용하는 방법을 제시함. 요리 방법뿐만 아니라 조리팁이나 곁들여 먹으면 좋을 술 등의 유용한 정보를 제공하여 소비자의 만족도를 높이는 방향으로 개발함

#### <홍콩식 한우 레시피 예시 2가지>

진저한우 등심		철판짜리고추한우안심 볶음	
			
<b>조리법</b> 1. 생강은 굵게 채썰어 물에 10분간 담가 놓는다. 2. 당근채 썰어 준비한다. 3. 한우 등심을 사방 4cm*1cm 썰어서 준비한다. 4. 생강은 재에 밟혀 수분제거한다. 5. 마늘 기름을 넉넉히 두르고 중불에서 생강의 색이 변할때까지 바삭하게 튀겨지면 당근채 마져 넣고 튀긴 후 재에 밟힌다. 6. 재갈살은 감자전분 살짝 풀어서 기름에 여치낸다. 7. 편에 기름(생강튀겨낸 기름) 살짝 두르고 계할한 알 낱을 넣고 가열한 후 재갈살, 생강, 당근 넣고 볶아 낸 후 그릇에 담는다.	<b>재료</b> 한우등심 300g 생강 50g 당근 30g 마늘 5g 식용유 500g	<b>조리법</b> 1. 안심은 사방 3cm*두께1cm 썰어서 준비한다. 2. 짜리고추는 꼭지 대어서 씻어서 수분제거한다. 3. 송파마늘은 살짝 찢어서 썰고 브로콜리는 열지슨가락크기 정도로 썰어 준비한다. 4. 마늘, 대파, 생강은 모양 그대로 편을 썰어 준비한다. 5. 불에 호우간파, 골소스, 미원, 생강, 노두유, 칠종, 콩후추, 물50g 넣고 섞어준다. 6. 편에 기름 두르고 중불에 안심을 데쳐준 후 체에 밟히고 불을 센불에 두르고 짜리고추, 브로콜리, 피망등 데치고 체에 밟아 준비한다. 7. 기름을 달여내고 마늘, 대파, 생강, 사천고추는 은 향을 낸 후 데친안심 짜리고추 피망, 브로콜리를 볶은후 소스를 부어 볶아준 후 불친용으로 온도 낮추고 콩고로 마지막에 산초유 넣어 완성한다.	<b>재료</b> 한우 안심 250g 짜리고추 30g 피망 50g 브로콜리 30g 사천고추 10g 마늘 3g 대파 3g 생강 3g 호우간파 30g 골소스 5g 미원 5g 칠종 2g 노두유 10g 콩후추 5g 물 50g 쌀전분 10g
<b>소스</b> 해산살 5g 반계왕소스 5g 골소스 5g 미원 3g 칠종 2g 식용유 10g 소금 1g	<b>소스</b> 호우간파 30g 골소스 5g 미원 5g 칠종 2g 노두유 10g 콩후추 5g 물 50g 쌀전분 10g		
** 조리 팁 : 생강은 충분히 진분 제거한다.			

- 한식 셰프를 섭외하여 한우를 사용한 한국식 레시피 10종을 개발함. 실제 한국에서 한우를 활용하여 만드는 쉬운 요리법 정보를 제공함으로써 홍콩 소비자들에게 한국의 식문화를 전달할 수 있을 것으로 예상됨

#### <한국식 한우 레시피 예시 2가지>

<b>4. 한우 갈비찜 / 갈비 부위</b> 쇠고기갈비 1kg, 표고버섯 3개, 당근1/2개, 양파1개, 무1/5개, 대파1대, 청홍고추 1개씩 참기름 5g, 깨 약간 *양념장 - 배즙 또는 배주스 200ml, 간장 90g, 맛술 45g, 생강 45g, 울리고당 15g, 다진마늘 15g, 다진대파 30g, 생강즙 15g, 참기름 15g, 후추약간 1) 갈비는 찬물에 30분 이상 담가 핏물을 뺀 후 끓는 물에 데친 후 씻어 체에 받친다. 2) 데친 갈비에 양념장의 1/2만 넣고 버무리 밀간한다. 3) 표고버섯은 밑동을 떼고 4등분하고 무와 당근은 한입 크기로 썰어 모서리 부분을 다듬고 양파, 대파도 표고와 비슷한 크기로 썰고 고추는 여섯등분. 4) 냄비에 밀간한 갈비와 물600ml를 붓고 30분간 끓이다 무, 당근, 나머지 양념장을 넣고 20분간 더 끓이다 마지막에 양파, 대파, 고추 순으로 넣고 더 끓인 후 참기름을 두르고 완성한다. (tip: 계란지단, 은행, 대추, 밤, 잣등의 재료를 추가로 넣으면 한층 더 고급스러운 갈비찜을 만들 수 있다.)	<b>5. 한우 궁중떡볶이 / 목살</b> 소고기150g, 떡볶이용떡200g, 표고버섯2개, 홍파프리카1/2개, 청파프리카1/2개, 양파1/3개, 당근1/4개 울리고당이나 꿀 15g, 참기름 5g, 깨 5g, 볶음용기름 적당량
<b>6. 쇠고기 양념구이 / 재갈</b> 쇠고기 500g, 부추 200g, 대파흰부분 1대, 마늘 3통, 콩고추 1개 *양념장- 간장 45g, 설탕 15g, 울리고당 15g, 청주 15g, 배즙 또는 배주스 30g, 다진마늘 15g, 참기름 15g, 후추약간 1) 쇠고기 재갈은 한입 크기로 잘라 분량의 양념장을 넣고 밀간한다. 2) 부추는 4cm길이를 썰고, 콩고추와 대파 흰부분은 가능하게 채썰고 마늘은 알개 저민다. 3) 달군 팬에 기름을 두른 후 양념한 쇠고기와 마늘을 앞뒤로 노릇하게 굽는다. 4) 접시에 부추를 담고 구운쇠고기, 구운마늘, 대파, 콩고추를 올려 완성한다. (tip - 남은 양념장을 졸여 구운 또띠아에 구운 쇠고기를 넣고 말아 또띠아롤로 만들어 먹어도 좋은 메뉴이다.)	<b>7. 한우불고기 / 앞다리</b> 한우 불고기감600g, 양파1개, 당근1/3개, 표고버섯2개, 팽이버섯50g, 대파1대, 참기름 15g, 통깨 약간 *양념장- 간장 90g, 배즙 또는 배주스 60g, 맛술 45g, 설탕 30g, 울리고당 15g, 다진파 30g, 다진마늘 15g, 참기름 15g, 후추약간 1) 불고기감으로 알개된 쇠고기는 타올로 가볍게 핏물을 제거한다. 2) 표고는 밑동을 제거 후 알개썰고, 당근, 양파는 채썰고, 팽이는 밑동을 자른 후 먹기용케 썰는다. 3) 분량의 양념장을 섞어 준비한 한우를 넣고 밀간한다. 4) 앞다리엔 양념한 쇠고기와 표고, 당근, 양파순으로 넣고 볶다가 고기가 거의 익으면 마지막에 팽이버섯과 대파를 넣고 참기름과 통깨를 뿌려 완성한다. (tip- 남은 양념장에 식빵이나 밥위에 올려 덮밥으로 즐기고 김밥 속재료로 넣고 만들어도 맛있다.)

※ 위 이미지는 개발된 레시피의 일부이며, 상세 레시피는 파일로 첨부

#### 6.2.4. 한우 레시피 영상 콘텐츠 구축

- 보기 어려운 많은 양의 텍스트와 일반적인 홍보글만 전달하기 보다는 소비자에게 실용적인 정보를 제공함과 동시에 홍보하고자 하는 내용을 함께 전달할 수 있는 레시피 영상 콘텐츠 제작 진행
- 단순 텍스트나 이미지 보다는 영상이 집중도를 높일 수 있으며, 최근 레시피를 영상화 하는 트렌드이기 때문에 이에 맞춘 콘텐츠를 제작함
- 향후 유튜브나 페이스북 등의 SNS에 해당 영상을 등록할 경우 먹음직스러운 비주얼과 레시피 정보를 제공하면서 소비자들의 관심을 끌 수 있을 것이며, 동시에 한우가 홍보되면서 인지도 상승과 우수성 전달에 도움이 될 것임



※ 위 이미지는 제작한 영상의 일부이며, 제작 완료된 영상은 파일로 첨부 영상은 한국어, 영어, 중국어, 광둥어 4가지 버전으로 제작됨

### 6.2.4.1. 레시피북 디자인 및 제작

- 한우가 생소한 소비자들을 대상으로 한우가 어떤 특징점을 가지고 있으며 어떻게 우수한지 소개와 함께 레시피 정보를 제공할 수 있는 책자로 제작
- 유용한 레시피 정보가 함께 들어있기 때문에 쉽게 버리지 못하는 홍보물로 만들고자 하는 것이 목적임



※ 위 이미지는 예시이며, 현재 디자인 중에 있음. 레시피북 디자인이 완료 되면 해당 이미지 수정할 예정

## 7. 시사점 및 향후 마케팅 전략 수립

### 7.1. 시사점

#### 7.1.1. 홍콩 한우 수출 동향 시사점

- 국내는 수입 쇠고기가 점차 증가하고 있으며 이에 대응하는 방안으로 한우 고급화 전략을 펼치고 있으나 수입 쇠고기 또한 고급화되고 있는 추세임. 향후 수입 쇠고기의 품질이 좋고 가격까지 저렴해 진다면 한우의 입지가 좁아질 수밖에 없는 상황임. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 한우의 지속적인 품질 유지와 해외 수출에 지속적으로 늘려나가야 함
- 현재 한우는 홍콩 시장을 주력으로 수출을 활발히 진행하고 있으며, 뛰어난 품질과 맛으로 해외 시장에서의 반응은 좋은 편임. 하지만 일부 후발 업체들의 수출 실적 높이기로 인한 과당 경쟁으로 한우의 가격을 떨어뜨려 덤핑판매를 하거나 냉동육을 냉장육으로 속여 판매하는 등 한우의 고급 이미지에 좋지 않은 영향을 끼치는 사례가 발생하고 있음
- 홍콩에 쇠고기를 성공적으로 수출하고 있는 국가는 일본, 호주, 미국이 대표적인데 이 중 일본의 화우가 한우의 경쟁품목임. 일본의 화우 또한 초기에는 한국과 같은 어려움을 겪었으나 체계적인 시스템을 구축한 후 현재는 안정적인 공급과 품질 유지를 하고 있으며 고정적인 홍콩 소비자를 가지고 있는 상황임
- 한우는 지방 함량이 높고 마블링이 화려하지만 건강을 중시하는 홍콩 소비자들의 트렌드와는 맞지 않는 부분이 있음. 이 점을 최대한 활용하여 한우의 저지방, 풍부한 육즙 등의 강점을 내세우며 체계적인 시스템으로 다양한 마케팅 전략을 펼친다면 충분히 성공할 가능성이 있음

#### 7.1.2. 일본산 화우 벤치마킹 필요

- **우수한 품질과 희소성으로 높이는 가치**  
일본 화우는 고급육 브랜드를 내세워 호주나 미국산 쇠고기보다 2~3배 이상의 비싼 가격으로 홍콩 시장에서 꾸준히 판매되고 있음. 값은 비싸지만 고기의 질이 우수하고 공급량이 적다는 점에서 홍콩 소비자는 높은 가치를 느낌
- **통일된 브랜드로 수출**  
과거 수출 초기에 일본 화우도 한국과 비슷한 상황을 겪었음. 일본 내 화우

브랜드는 150개 이상인데 이들이 각각의 브랜드로 수출 전선에 뛰어들자 미국이나 호주산과 구별이 어려워졌음. 이에 일본 중앙 축산회는 일본산 화우라는 고급 브랜드 이미지를 지키고자 화우 통일 심볼을 만들었음. 그리고 일본에서 수출되는 모든 화우에 해당 심볼을 부착하게 하여 브랜드 이미지를 지켜냄. 이를 바탕으로 우선 한우가 홍콩 시장에 프리미엄으로 자리를 잡은 후 지역별 한우 브랜드의 특징과 우수성이 소개되어야 함

#### ○ 정부 주도의 컨트롤 타워 구축

2013년 중앙 축산회에 수출 전략 검토 위원회를 설치하도록 하여 위원회에서 직접 화우 홍보 책자와 영상을 제작하여 배포하고 세계 각지에서 열리는 관측행사에 전문 인력을 파견하는 등 각 브랜드 별로 펼치던 수출 장려 정책을 협회 중심으로 통일하여 하나의 컨트롤 타워가 모든 것을 조정할 수 있도록 시스템을 구축하였음

### 7.2. 2차년도 실행 계획

- 한우수출 연구사업단의 세부과제인 '한우수출 시장진입 마케팅 전략 수립'을 위해 1차년도는 국내 한우 시장과 세계 쇠고기 시장을 살펴본 후 현재 한우가 처해 있는 상황을 이해하고, 홍콩 현지 시장 방문과 관계자 인터뷰를 통해 한우 수출 현황을 파악하는 과업 위주로 진행이 되었으며, 추가적으로 홍콩 쇠고기 수출 우수 국가인 일본 현지 조사를 통해 마케팅 벤치마킹 요소를 발굴하였음. 이를 바탕으로 향후 한우를 활발히 홍보하기 위해 한우 이미지컷이나 레시피 개발 등 기본적인 콘텐츠를 구축하였음
- 2차년도 사업에서는 1차년도에 조사했던 내용에 더하여 홍콩 시장에 대해 더욱 자세히 조사하고 마카오까지 시장을 넓혀 시장조사를 진행할 예정이며, 홍콩과 마카오 시장 현황을 구체적으로 파악한 후 성공적인 한우수출을 위한 마케팅 전략을 수립하고자 함
- 또한 1차년도에 구축한 콘텐츠에서 부족한 콘텐츠가 있는지 확인하여 필요한 콘텐츠는 추가적으로 생산할 예정이며 1차년도에 개발한 콘텐츠를 활용할 수 있는 방안을 마련할 예정임. 영상 레시피 콘텐츠의 경우 유튜브에 게재하여 많은 사람들이 볼 수 있도록 업로드할 예정임

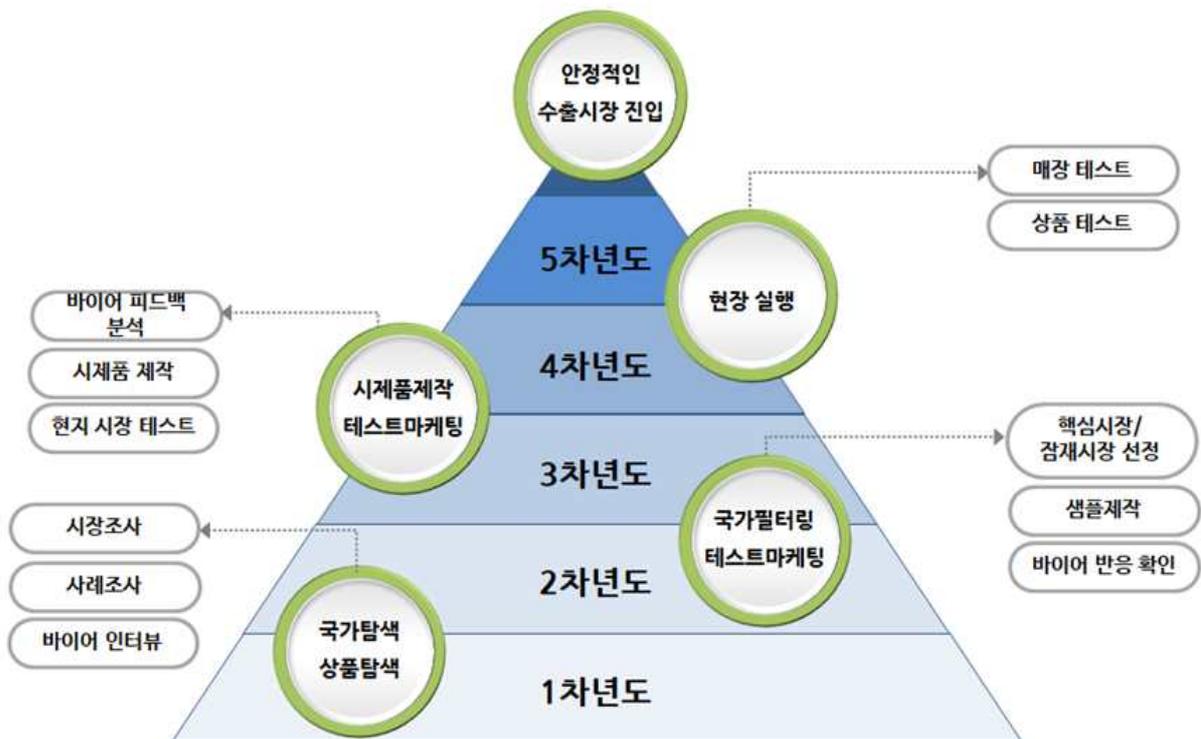
### 7.3. 4개년도 사업계획 로드맵 구축

- 1차년도에서는 국내외 한우 현황을 살펴보고 주요 수출국인 홍콩 현지에 방

문하여 시장조사를 하고 관계자를 만나 미팅을 하는 등 수출 현황과 문제점을 파악하여 필요한 콘텐츠를 구축하는 업무가 중심이 되었음

- 2차년도에는 1차년도에 조사했던 내용에 추가적으로 홍콩시장을 세부적으로 조사할 것이며, 마카오 시장까지 범위를 넓혀 나갈 것임. 또한 수출 가능국에 대한 추가적인 조사를 진행하고자 함. 이를 바탕으로 현재 구축해 놓은 콘텐츠를 어떻게 활용할 것이며 추가적으로 더 필요한 콘텐츠는 무엇인지 파악할 예정임
- 이렇듯 1차년도부터 5차년도까지 매 해 사업 목표와 과제를 명확하게 수행하여 한우의 안정적인 수출시장 진입과 성공적인 안착을 최종 목표로 설정함

<한우 수출 마케팅 전략개발 Frame Work>



## 8. 참고 문헌

1. 2016 홍콩 검역타결품목 조사(2016. aT)
2. 2015 농식품 해외시장 맞춤조사\_홍콩 쇠고기 시장조사(2015. aT)
3. 한우동향 : 한우 사육 및 가격 동향과 전망(2018. KREI 농업관측본부)
4. 작년 9월 이후 한우 번식의향 감소세(2019. GS&J 인스티튜트)
5. 2018년 상반기 우리나라 농축산물 교역과 축산부문 세계 시장 동향(2018. 한국농촌경제연구원)
6. 한우시장에 어떤 일이 일어나고 있나? 한우산업 현황과 전망(2018. GS&J 인스티튜트)
7. 농식품 수출시장 가이드 캄보디아(2017. aT)
8. 홍콩 한우고기 수출 활성화 방안 연구(2018, 한국산업개발연구원)
9. 축산 소비패턴 및 대응전략(2017, 국립축산과학원)
10. 한우와 수입산 쇠고기의 맛과 풍미 전구물질 함량 비교(2016, 농촌진흥청)
11. 한우산업 발전대책 추진방안 연구(2014, 건국대학교)
12. 2016 축산물 유통실태(2017, 축산물품질평가원)
13. 2016년 한우고기 소비·유통 모니터링(2016, 한우자조금관리위원회)
14. 2018년 1분기 축산물 유통실태조사 보고서(2018, 축산물품질평가원)
15. 쇠고기 자급률 동향과 전망(2016, 한국농촌경제연구원)
16. 수출국가정보zip : 일본&중화권 기초세우기(2018, aT)
17. 한우고기와 수입 쇠고기 시장 차별화에 대한 실증분석(2016, 한국농촌경제연구원)
18. 한우 가격 및 사육 동향과 전망(2018, KREI 농업관측본부)
19. 한우, 앵거스 및 화우 교잡종의 등심내 콜레스테롤 함량 및 지방산 조성 비교 (2008, 영남대학교&축산과학원)



한우고기 수출가능성에 대한 연구

session 2. IoT 무선 기술 동향과 콜드 체인의 적용  
사례 및 전망

개요

콜드 체인과 IT 기술과의 융합 동향

IoT의 기술적 구성 요소 및 플랫폼

스마트 센서 기술 및 시장 제품 분석

무선 기술의 종류 및 전망

참고문헌



# 1. 개요

## 1.1. 콜드 체인의 정의

- 콜드체인( Cool Chain )이란, 부패하기 쉬운 제품이나 온도에 민감한 제품의 냉장냉동보관/운송/유통 등으로 전통적으로 정의됨
- 최근에는 단순한 제품의 품질 유지뿐만 아니라, 냉장냉동보관/운송/유통을 통한 제품의 숙성 등 품질의 향상까지로 정의의 범위를 넓힘
  - 부패하기 쉬운 제품의 온도를 제어하기 위한 개념과 기술의 개발은 오랜 기간에 걸쳐 확립되고 정비되어 있음
- 콜드 체인이란, 신선식품을 생산자부터 소비자에 이르기까지 각 식품에 적합한 일정한 온도와 습도를 유지하면서 효율적이며 합리적인 유통을 도모하는 체계의 저온유통기구를 말함
  - 신선식품 유통물류의 진정한 어려움은 위생관리의 문제에 있음
  - 신선식품은 대부분 날로 먹는 것이 많아 식중독의 위험성이 항상 내재되어 있음을 유의할 필요가 있음
  - 이러한 면을 중시하는 유통 업체의 화주에게는, 유통물류 측면에서도 제조 공정에 기초한 HACCP원칙을 준수하는 요청이 오늘날은 일반화 되어 있음
  - 일반화된 물류 HACCP 요구에 <표 1>에 나타냄
    - 물류에서는 식품제조공정과 완전히 동등한 정도의 밀폐성을 확보하는 것은 어려울 수 있지만 밀폐형을 유지하는 것은 대내외의 보안 확보에 도움이 됨
    - 물류관리 업무는 5S(정리/정돈/청소/청결/예의범절)에서 7S의 의식 개혁이 필요한데, 추가 2S는 세척과 살균을 의미함
    - 플라스틱 수지 파렛트와 재활용 요기는 이제 대단히 중요한 관리 항목으로 물류 HACCP의 출발점은 일반적 위생 관리 절차의 기본을 확실히 실천하는 것임
    - 현재는 식품 한정의 ISO22000로서 국제 품질인증이 설정되어 있어서, 식품 관련 분야에서는 오늘날 업종을 불문하고 이를 취득하는 것이 필요함

〈표 1〉 변질 부패정도에 따른 신선식품의 분류

분류	특징	식품의 사례
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콜드체인 저수준 보관식품</li> <li>• 콜드체인 고수준 보관식품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 쉽게 변질 부패되지 않지만 영양가가 낮음</li> <li>• 쉽게 변질 부패되지만 영양가가 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 곡물 서류(감자 고구마 등) 종자 두류</li> <li>• 채소 과일 육류 어패류, 과즙 식음료, 계란 외 선도 관리가 필요한 식품 등</li> </ul>

- 저온물류로서 콜드체인에 요구되는 사항은 〈표 2〉에서 보는 바와 같으며, 이를 위해서는 무엇보다도 높은 수준의 물류서비스를 설정하고 이를 이행하지 않으면 안됨
  - 고객이 요구하는 수준이 날로 높아지고 있으며, 소비를 출발점으로 한 서플라이 체인을 구축해야 하기 때문
  - 이러한 서플라이 체인의 구축으로 높은 선도관리와 품질관리시스템을 제공해야함
  - 철저하지 못한 온도관리는 식품의 경우에 부패가 발생하여 경우에 따라서는 식중독 등 커다란 문제가 될 위험이 있음
  - 반도체 등의 IT 제품은 제품 그 자체가 무용지물이 되는 경우도 있음
- 이렇기 때문에 코드체인 흐름상의 모든 단계에서 단절 없는 철저한 온도관리와 위생관리가 필요함
- 소매지원의 일환으로서 점포 내 작업과의 연동이 필수적
- 선도를 유지하기 위해서는 재고를 최소한으로 억제하는 무재고형 공급이 특징임
- 

〈표2〉 농식품 선도관리의 필요 사항

<ul style="list-style-type: none"> <li>. 농식품의 생산제조 후, 빠른 시간 내에 점포에 진열할 것</li> <li>. 소비기한, 유통기한 이내로 유통단계를 포함시킬 것</li> <li>. 유통재고관리와 유통을 연동시킬 것</li> <li>. 물류에서 제조 로트별 재고관리와 출하관리는 필수적임</li> </ul>
--

## 2. 콜드 체인과 IT 기술과의 융합 동향

- 최근 ‘살충제 성분 검출 달걀’의 파문과 중국으로부터 안전성이 보장되지 않는 식품이 무분별하게 수입됨으로 인한 유해물질로 소비자들의 불안이 가중되고 있음
- 우선 유럽에서 촉발된 살충제 성분 달걀이 국내는 안전할 것이라 믿었던 소비자들에게 국내에서도 닭에 사용이 금지된 피프로닐이 검출되면서 식품안전에 대한 신뢰는 무너졌으며, 혼란을 더욱 가중시킴
- 달걀뿐만이 아니라 국내외산 구별 없이 농축수산물에서 기준치 이상의 잔류 농약 검출로 소비자 신뢰가 무너지면 좀처럼 신뢰를 회복하기 어렵다는 점을 인식할 필요가 있음
- 국내산이 수입 농산물과의 경쟁에서 승리하는 방법은 무엇보다도 안심/안전하고 신선하는 신뢰에 기초해야 함
- 국내의 농산물 생산 및 유통업체들은 소비자들의 신뢰를 얻고 약속을 지키는 것만이 밑물 듯이 들어오는 수입 농산물을 막아내는 지름길이라는 사실을 숙지하고 농업인은 농약의 사용에 특별히 유의하고 안전성을 확보할 필요가 있음
- 생산/유통/소비 등 모든 단계의 주체들이 수배송과 보관/저장 중에도 철저한 물류기기의 청결과 소독 및 일관된 콜드체인 물류로 생산에서부터 식탁에 이르기까지 일관된 식품안전관리체제(생산/유통 이력추적)의 구축으로 무엇보다도 안전하고 신선한 고품질의 식품을 공급하는 것이 모두가 함께 사는 최선의 방법임을 인식하는 것이 중요함
- 경제의 글로벌화가 이루어짐에 따라 최적지에서의 생산 및 최적지의 소비가 전 세계적으로 확산되고 있으며, 이를 뒷받침하는 것이 공급망이라 할 수 있음
- 우리나라의 칼로리 기준 식량자급률이 최근 3개년(2009~2011년) 평균 42.5%로 많은 농산물과 식품이 수입되고 있는 실정임
- 최근 들어 장기간에 걸친 경제의 침체와 저출산에 따른 인구의 감소로 우리나라의 소비시장은 축소경향을 보일 것으로 전망되나 한편으로 아시아를 중심으로 한 신흥개도국은 중산층의 소득이 향상되면서 소비가 증대되고 있음
- 이러한 상황을 배경으로 한국 기업들의 아시아 진출이 증대되고 있으며 최근의 해외진출의 특징은 진출기업이 과거에는 제조업 중심 일변도였던 것이

최근에 이르러 유통 및 물류업체나 서비스산업의 진출이 증대되고 있는 점을 들 수 있음

- 라면(농심, 오뚜기, 한국야쿠르트 등), 만두(CJ, 풀무원) 등의 가공식품업체를 비롯해 한식(비비고)과 외식 및 제과업체 등이 포함
- 최근 한국의 드라마, K-POP, K-Beauty) 등 한류가 세계 각 지역에서 큰 인기를 얻고 있어 한식을 비롯해 한국의 식품 K-Food 인기를 바탕으로 CJ푸드빌(비비고, 빙스, 푸레쥬르, 투섬플레이스 등 15개 브랜드를 운영 중 인데 그 가운데 한식세계화 프로젝트 선두주자인 ‘비비고’를 세계무대에 진출), 대상 청정원의 고추장(Korea Chilli Sauce), 생표식품의 간장(Soy Sauce) 등이 해외시장을 겨냥한 국내 식품기업임
- 베트남, 대만 등 동남아시아에 김을 수출하는 한백식품, 광천김, 만전식품 등을 들 수 있으며 이러한 해외진출 지역이 중국을 비롯한 아시아를 중심으로 한 신흥개도국이 대부분임
- 미국과 유럽을 비롯해 일본 등의 선진국을 ‘수확 → 예냉 → 냉장보관 → 냉장차량에 의한 출하(수송) → 도매업체의 냉장고 보관 및 유통 → 도매업체의 냉장 차량에 의한 배송 → 소매업체의 냉장고 보관 및 유통 → 소비자 냉장고라는 콜드체인이 확립되어 있지만, 신흥개도국은 이러한 콜드체인 기본 인프라가 정비되어 있지 않을 뿐만 아니라 콜드체인의 필요성에 대한 인식도 아직 매우 미흡한 상태임
- 이와 관련하여 미국에서는 채소의 가공 및 수송단계에서 상품 감모율이 대략 1~2%인데 대하여 중국의 채소 감모율은 25~30%이고, 육류의 감모율은 약 12% 수산물은 약 15% 임
- 수확한 채소의 90~95%가 소비자의 식탁에 도달하기까지 유통의 각 단계에서 어떠한 냉장처리도 이루어지지 않는 것으로 나타남
- 이러한 현실을 고려할 때, 중국은 식품의 콜드체인이 구축되어 있는 비율이 10%이하임. 미국, 유럽 및 일본은 그 비율이 80~90%인데, 선진국과 중국의 콜드체인의 차이는 현저한 수준임. 또한 냉장보관이 필요한 상품에 대한 공유면적은 미국, 유럽 및 일본의 경우에 85%인데, 아시아 평균은 8% 수준에 불과함

## ○ 콜드체인이란

- 냉장, 단열포장 등의 수단을 이용하여 온도에 민감한 제품이나 부패하기 쉬운 제품을 서플라이체인을 통하여 냉장, 수송하기 위한 수단이며, 식품서플라이체인 전체의 근간적인 요소가 됨
- 콜드체인 산업의 확대 요인
  - 식품·의약품산업에서 부패에 의한 폐기물을 삭감, 지속가능성 확보를 위한 콜드체인 기술 및 R&D 투자의 증가
  - 선진국과 인도·중국 등 아시아 주요 신흥개도국들의 콜드체인 투자 및 용량 확충
  - 아시아 신흥국의 소득증대에 따른 식품 안심·안전성을 제고하고자 하는 요망
  - 글로벌 시장 환경 변화 및 IT 기술의 발전으로 인하여 향후 콜드 체인의 주요 흐름은 다양한 기술적인 융합을 통하여 발전함
- 식품을 비롯한 의약품, 첨단기술품 등의 온도 민감성 물품은 상시 모니터링이 가능한 안전한 저온유통망을 필요로 하며, 특히 신선식품의 경우 냉장된 채로 선도를 유지하려는 시도가 끊임없이 이루어져 있음
- 식품 업체나 의약품 업체는 특정 온도로 물품의 상태를 유지할 수 있는 기술을 갖춘 3PL 전문물류업체로 아웃소싱하는 경향으로 바뀌고 있음
- 최근 들어 콜드체인 물류는 나날이 고객의 서비스 기대수준이 높아짐에 따라 고객이 선호하는 상품을 원하는 장소와 시간에 최소한의 포장 및 물류비로 배송하는 등의 수요자 맞춤형 서비스로 발전하고 있음
- 콜드체인은 선진화된 물류기술을 기반으로 고도의 운용능력이 요구되는 첨단물류이고, 그 취급의 엄격함과 난해성은 이미 널리 알려진바 이에 온도관리가 필요한 민감성 제품의 품질 및 안전성 보장에 필수적인 콜드체인 발전을 위한 주요 방향을 살펴봄으로써 우리나라 콜드체인 기술의 선진화 방향을 모색하는 것은 큰 의의가 있다고 사료됨
- 콜드체인 트렌드에 대한 고찰은 국내 시장의 발전에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 농식품업계와 물류서비스 기업들이 이를 직접 활용하여 더 큰 발전을 촉진 할 수 있을 것으로 기대되기 때문

## ○ 콜드체인의 가속화 되는 글로벌화

- 건강식품에 대한 관심의 증가와 중국, 인도 등 아시아에서 2020년에 약 9억 명, 2025년에는 11억 명에 이를 것으로 전망되는 중산층(일본 통상백서, 2013)의 확대에 따라 콜드체인의 세계화가 추진될 것으로 전망됨
- 소비자들은 이제 고품질·안전·안심 할 수 있는 제품을 요구함
  - 예) 알래스카 산 연어와 같이 장거리를 이동하는데, 신선도와 품질을 보장할 수 있도록 무엇보다도 신속한 수송을 필요로 함
  - 글로벌 콜드체인 3PL 공급사인 캐나다의 VersaCold는 많은 식품업체들이 글로벌 공급망을 제대로 관리 할 수 있다면, 더 많은 식품이 전 세계로 유통될 것으로 전망하고 있음
  - 식품산업에서 안심·안전, 즉 무결성과 품질, 건강에 대한 관심의 증가가 최근의 큰 트렌드라고 할 수 있고 변덕스럽고 많은 요구를 하는 소비자를 목표로 하여 식품사업의 성공을 위해서 제조사는 반드시 브랜드에 대한 최소한의 경이 필요함
  - 콜드체인 제품의 완전무결을 통해 수배송 중에 유지해야 할 온도범위를 이탈해 발생하는 변질이나 맛의 변화는 회피되어야 함
  - 생선 등 수산물의 경우, 단백질 유지를 위해 과도한 가공과정을 줄일 필요가 있음
  - 보다 짧은 유효기간과 온도에 덜 민감하며 다양한 단계의 요구에 맞는 많은 프리미엄 제품들이 시장에 출시되는 등 품질과 소비자의 경험에 집중하기 위해서 식품콜드체인 시스템은 일반적으로 5~7단계 온도로 유지되는 냉장창고를 관리할 필요가 있음

## ○ 증가하는 규제

- 세계화와 더불어 식품의 안전사고와 약품 위조가 증가함에 따라 각국 정부는 생산과 공급 체인에 대한 규제를 더욱 강화되고 있기 때문에 식품 및 제약 업체들에게 사건·사고에 대한 예방 대책을 미리 세우는 것과 규제를 일치시키는 것은 매우 중요한 과제임
- 2011년 통과되어 미국 식품의약국의 예방에 초점을 맞춘 식품안전현대화법에 기반을 두고 있는 규제들에 대한 논의는 식품 공급망의 모든 단계를 서류로 입증하기 위해서 투자를 촉발하는 계기가 됨

- 제품은 반드시 그 원재료부터 그 이후의 모든 단계가 전부 추적가능 해야 하며 리콜 시스템은 반드시 신뢰할 수 있어야 만하고 효율적이어야 함
- 미 FDA가 FDMA로 7가지 규제 중 16년 6번째 규제인 식품운송에 관한 법안을 공포했는데, 식품 및 사료에 대한 위생적 운송은 적절한 냉장보관, 선적과정에서 깨끗한 차량 유지, 운송 중 식품보호 등 위생적 운송에 관한 내용을 포함하고 있음
- FDA는 새로운 법안(FSMA)에서 핵심적인 4가지 요구사항(차량 및 운송장비, 운송작업, 훈련, 기록관리 및 신고의무)를 포함하며 (글로벌물류기술 주간동향 461호) 이러한 규제보다 앞서 식품안전 보증을 하는 것은 콜드체인 물류 전반의 공통목표임
- 제조업체들은 이들 요구사항을 준수하기 위해 더욱 엄격한 제도를 만들고 3PL과 다른 협력사들도 추가적인 자격획득을 위해 안전기반 확보를 위한 투자가 요구됨
  - 예) 콜드체인 3PL사인 Americold는 ' 15년 연말까지 SQFI(Safe Quality Food Initiative)에 의해 인증된 14개 물류센터를 확보할 계획이며, Lineage Logistics는 2020년까지 사업 전체 규모에 걸쳐 인증 받는 것을 목표로 하고 있는 것을 타산지석을 삼을 필요가 있음

#### ○ 시장 압력에 의한 공급망 효율성에 대한 요구

- 모든 단계에서 추가적인 냉장 혹은 준수 요구사항에 직면하면 효율적인 공급망 운영의 필요성이 커지게 됨
  - 예) 네슬레 캐나다는 회사 전체로 린 원리(Lean Principle) 도입하고 더욱 전략적인 접근 방법으로 콜드체인을 포함해 공급망 제공기업들과 효율화를 위해 함께 노력함
  - 네슬레 캐나다 공급망 기업인 Lean value stream은 공급자와 일치하는 공급망의 운영을 위해 물류서비스 기업 선정에 심형을 기울이며, 포장 및 재료 관리 뿐만 아니라 Versacold와 같은 콜드체인 서비스기업에도 관여함
- 콜드체인 기업은 비용을 줄이기 위해 새로운 전략의 개발에 끊임없이 노력함
  - 소매점포의 소로트·다빈도 주문을 충족시키기 위해서 다운도대 냉장트레이를 사용하며, 이 방식은 콜드체인 3PL이 냉동·냉장 및 상온 제품을 동일한 운송수단으로 동시에 취급할 수 있음

- 그러나 이 방식이 언제나 가능한 것은 아니며, 공간문제와 단열비용으로 인해 일반 냉장차량보다는 특정 용도로 지정된 경우에 매우 적합함

### ○ 제조업체들의 3PL 확대

- 효율성, 가시성, 제품의 신선도를 요구하기 때문에 콜드체인 3PL은 끊임없이 가치 창출을 위해 노력하지 않으면 안됨
- 예) 건별 피킹 트렌드는 Americold의 창고 자동화 시스템 도입과 더불어 새로운 디자인의 랙 시스템에 투자하게 함
- 식품 처리를 지연하는 것으로 즉 제품의 출하는 저온창고에서 준비되어 다음의 선적을 위해 포장되고 특정 주문에 따라 적시공급 됨
- 식품처리를 위한 냉장온도 관리까지 냉동 해산물이 포함
- 국내 소매 및 식품 서비스 이외에 화주들은 점차 수출 확대에 따른 단백질 식품을 공급하기 위해 물류전문기업인 Lineage Logistics사에 아웃소싱
- 수요가 있는 서비스의 하나로 미생물을 소멸시키기 위한 고압처리 가공, post-packaging, 비가열 저온살균법이 있음
- 이 과정은 물류기업이 많은 보존제를 사용하지 않고 식품이 깨끗한 상태를 유지하도록 하며 유통기간 확대에 기여함
- 최근 각광을 받고 있는 콜드체인 서비스는 제품 패키지의 X-ray 촬영을 통해 수출에 앞서 제품의 안정성과 정확성을 보장할 수 있는 수단으로 이용함

### ○ 변화하는 콜드체인 시스템

- 유류가격의 변동 및 세계화는 콜드체인 운영자에게 트럭운송에서 혐도일관 운송 또는 고가의 항공에서 그 요금의 1/10 이하인 선박으로 전환
- 다른 요인은 운송수단 변화에 기여하는데 트럭 운전기사와 적재 용량의 부족 및 지속가능한 정책 등
- 냉장 및 냉동제품 메이커들은 이러한 운송모드가 speed-to-market 요건을 취할 수 있도록 하는 추가시간 균형을 고려할 필요가 있음
- 의약품을 운송할 때 지금까지 항공운송이 대부분이었지만, 점차 화주들은 선박으로 전환하는 실정임
- 왜냐하면 콜드체인 기술의 선진화로 선박 이용 시의 위치 추적관리는 물론, 컨테이너 내부의 온·습도 및 가능농도 제어 등과 실시간 피드백이 이미 가

능하기 때문임

- 하지만 차량을 이용할 때 자격을 갖춘 운송사가 같은 고객을 위해 동일한 트레일러를 반복적으로 사용할 수 있는 것과는 달리, 선적한 컨테이너가 짐을 하역하고 선박으로 회송되면 이 컨테이너가 다시 사용될 지에 대한 어떠한 보장이 없는 것이 문제점으로 지적되며, 이것은 3PL이 컨테이너들을 검사하고 자격 요건을 갖추기 위한 과제가 되고 있음

## ○ 지속가능 정책의 추진

- 콜드체인 운영자는 한정된 자원 낭비를 막기 위해 노력해야 함
- 특히 부패성 신선식품 등의 생산 및 유통에는 많은 에너지가 소모될 수밖에 없는데 이를 완화시키기 위한 새로운 방안 강구할 필요가 있음.
- 즉 일반 공산품 공급망보다 에너지 소비가 많은 콜드체인을 이용하는 기업들은 에너지 소비를 감축할 수 있는 방식을 도입하고자 적극 노력중임
- 사례
  - 첫째, 미국의 콜드체인 기업 Americold는 공익기업(수도, 전기, 가스)과 협업하여 설비의 전력 소모량과 이산화탄소 배출량 등을 철저히 감시, 관리함
  - 둘째, Penske Logistics는 식품관련 고객사를 포함하여 경유에 비해 친환경적인 압축천연가스를 연료로 사용하는 트럭을 실험 중에 있으며, 여타 기업들의 경우에는 전기화물차 도입을 모색
  - 셋째, 냉매관리에 대한 어려움으로 콜드체인 운영자들은 냉동 창고에서 사용하던 프레온 가스를 암모니아 냉매로 바꾸는 작업
  - 넷째, 단열기술의 개선은 에너지 효율을 어느 정도 증대시키지만, onboard fleet 관리 시스템은 더 큰 에너지 절약을 가능하게 하며, 트레일러 기사는 온도제어가 필요 없어 연료를 절약하기 위해서 냉동차 전원을 끄는 일이 없어지는 등의 개선이 이루어져 제품관련 불만 사항이 감소하는 등의 이점이 있음

## ○ 머스크선사의 스마트 컨테이너 기술 냉장물류 판도 변경 요약

- 세계 인구가 급격하게 증가함에 따라 식품 낭비가 사회 문제가 되었으며, 각 식품 공급사슬에서 낭비를 줄이는 것이 중요하게 되었음
- 유엔 FAO(Food and Agriculture Organization)에 따르면 2012년 기준 약 30%의 식품이 낭비되었는데, 그 규모는 매년 13억 톤에 이룸

- 이러한 낭비는 대부분 농장에서 식탁까지의 모든 공급사슬에서 발생하고 있음
- 전 세계에서 생산되는 곡물의 30%, 어류와 해산물의 35%가 낭비되고 있음
- 특히 심각한 것은 과일과 채소로 물량의 45%가 낭비되고 있는데 연간 3.7조 개의 사과와 동일한 양임
- 냉장 컨테이너 기술은 글로벌 신선화물 운송 영역을 확장하는데 크게 기여하였고, 전 세계에 걸친 Door to Door 운송을 가능하게 함
  - 선사들의 냉장 컨테이너 기술 개발로 신선식품 운송 영역이 단순 해상에서 복합운송으로 확대됨
  - 머스크선사가 개발한 스마트컨테이너(RCM, remote container monitoring)기술은 식품이 운송 중 손실, 폐기되는 것을 방지하는데 결정적인 역할을 수행함
- RCM 프로젝트의 출발점은 화물운송 전체 사이클(end to end)의 매우 상세한 수준의 가시성을 확보하기 위하여 냉장 유닛으로부터 거대한 양의 데이터를 수집하고 처리하기 위하여 사물인터넷과 빅데이터 기술을 접목함
  - 화주들은 스마트폰과 전자 상거래 기술발달로 언제 어디서든 그들의 화물 상태를 조회할 수 있다고 생각했으나, 시스템의 한계로 데이터 조회가 불가능한 상태였음
  - 과거 몇 년 동안의 노력으로 세계 최고의 선사는 냉장 유닛에 대한 정보를 더 많이 확보하여 각 컨테이너가 언제 해상 운송, 항만터미널 하적, 게이트 반출입을 하고 있는지 알게 되어 작업 효율화뿐만 아니라 고객 서비스 향상에도 기여하고 있음
  - 머스크 선사의 냉장 관리 책임자인 Shereen Zarkani씨는 냉장컨테이너에서 수집된 데이터를 기반으로 해당 설비의 보전과 수리와 같은 업무에도 활용한다고 언급함
- 제 RCM 인프라를 구축하는 것은 상당히 어려운 작업이었으며 머스크 선사는 전 세계에 흩어져 있는 27만개의 냉장 유닛에 RCD(remote container device)를 설치했음
  - 냉장 유닛에 RCD를 설치하는 것은 정말 힘든 작업인데 그 이유는 컨테이너가 계속해서 이동 중이기 때문이라고 밝힘
  - 작년 중순에 5년간의 프로젝트가 개시되었는데 초창기에는 일주일

7,000~8,000개의 냉장 유닛에 설치 작업을 했음

- 또한 동시에 수집되는 방대한 데이터를 저장할 새로운 데이터베이스를 만드는 것도 필요함
- 앞으로의 새로운 도전은 수집된 데이터를 해석하는 방식을 개발하는 것이고 RCM 데이터와 다른 데이터를 연결해서 새로운 분석 정보 및 지식을 재생산하는 것임
- 수집되고 분석된 정보를 활용하여 냉장 컨테이너의 유지보수 작업을 사전에 계획하고 실행 할 수 있다고 Maersk사의 RCM 책임자가 밝힘
- RCM 기술은 운영 비용의 절감과 사업 관리의 효율성을 개선하는 직접적인 효과뿐만 아니라 선사의 경쟁력을 향상 시키는 간접적인 효과도 가지고 있음
- 이 기술은 3자 서비스, 모니터링 비용, 설비유지 보수비용, 컨테이너의 도난과 손상과 같은 비용도 줄일 수 있다고 컨테이너와 항만 솔루션 업체인 orbcomm사의 사장이 언급함
- 스마트 냉장 컨테이너 설비 보수는 명확한 장점이 있는 분야인데 출항전 검사는 보통 6시간이 걸리는데 RCM 도입으로 12분까지로 단축 할 수 있었음
- 또한 선박에 탑승한 냉장 기술자가 매 시간 각 컨테이너의 상태 정보를 받아 볼 수 있으며 문제 발생 시 빠른 대처가 가능하여 화물 손상도 감소시켰을 뿐만 아니라 고객 클레임도 줄일 수 있었음
- 머스크 선사가 개발한 RCM 기술이 탑재된 스마트 컨테이너는 냉장물류의 게임 룰 및 시장 판도를 바꿀 수 있는 핵심 기술이라고 머스크사의 담당자가 밝힘
- RCM 기술은 컨테이너의 위치, 습도 및 온도와 같은 다양한 정보를 제공함으로써 화물에 대한 더 나은 가시성 제공 및 화물 차손을 감소시킴
- 머스크 선사는 전 세계에 27만개대의 RCM 기술을 가진 냉장, 냉동 컨테이너를 보유 및 운영하고 있음
- 이러한 RCM 기술로 냉장냉동 물류의 가시성 확보로 유지보수 비용 및 화물 손상을 감소로 화주에게 더 나은 물류 서비스를 제공하게 되었음

#### ○ 새로운 소비자 니즈 충족을 위해 진화하는 포장기술

- MD Logistics에 의하면 제약회사들은 포장비용과 운송비용을 낮추는 것이

무엇보다 큰 과제임

- 주로 소량단위 운송이 이루어지는 의약품의 경우에 상층 관계에 있는 포장비와 운송비의 균형을 찾는 것이 매우 중요함
- 물류기업들(3PL)은 의약품의 예상 배송시간(24h, 48h 또는 72h 등)에 따라 포장을 상이하게 하며, 예상 운송시간이 길수록 포장재가 더 많이 소요(단열 효과를 고려하는 포장일수록 비용이 배가됨)되어 비용이 증가함
- 특히 해외 운의 경우, 예상치 못한 지연으로부터 의약품의 효능을 유지하기 위해 재포장(재냉도 가능한 파트너 확보 등)하는 경우가 발생하여 비용이 증가하는 경우도 있으며, 이와 관련하여 PELICAN 등을 포함해 포장서비스 시장이 최근 들어 급성장하고 있음
- 식품업체들의 경우, 자연분해 되는 새로운 포장과 민감성 제품의 안전성 확보를 위한 포장기술의 개발을 기대하고 나아가 재사용 가능한 포장 용기의 활용이 증가(컨테이너는 식품과 의약품 물류 모두)함에 따라 폐기물 감축에 기여하며, 나아가 많은 기업들이 보다 환경 친화적 포장 재료를 활용함

#### ○ 기술 투자의 중요성

- 콜드체인 운영자는 여타의 모든 공급망과 같이 효율성, 무결성, 안전성의 확보를 위해 반드시 지속적으로 기술을 향상시킬 필요가 있음
- IT 인프라 구축 및 기술의 적극적 활용으로 제품의 손실을 줄이거나 완화시키-는 긍정적 성과를 얻음
- 일례로 콜드체인 운송사는 운반기구 냉동시설의 온도와 위치를 추적할 있는 장비설치에 상당히 많은 투자를 하여 3PL사와 화주들이 운송 관련 데이터를 실시간으로 확인할 수 있고, 손실 최소화와 가시성을 높이는데 큰 역할을 하였으므로 기술투자의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않음
- 또한 물류기업들은 다양한 센서를 트럭 화물칸에 부착하여 냉동차량 내 온도관리를 운전기사가 아닌 중앙통제실에서 수행 할 수 있게 됨으로써 고부가가치 상품의 취급과 국제 배송 시 주로 활용함
- 이를 통해 운전기사들이 연비를 높이고자 화물칸의 냉동기를 끄던 문제를 차단하게 되었으며, 동시에 제품 상태에 대한 실시간 데이터 수집으로 변질이나 손상, 폐기에 대한 걱정을 줄일 수 있게 됨
- 식품업체 MillerCoors는 온도에 민감한 잉크를 사용하여 제품이 적정한 온도로 유지되는지 확인 할 수 있는 포장기술을 패키징 자체에 포함시킴

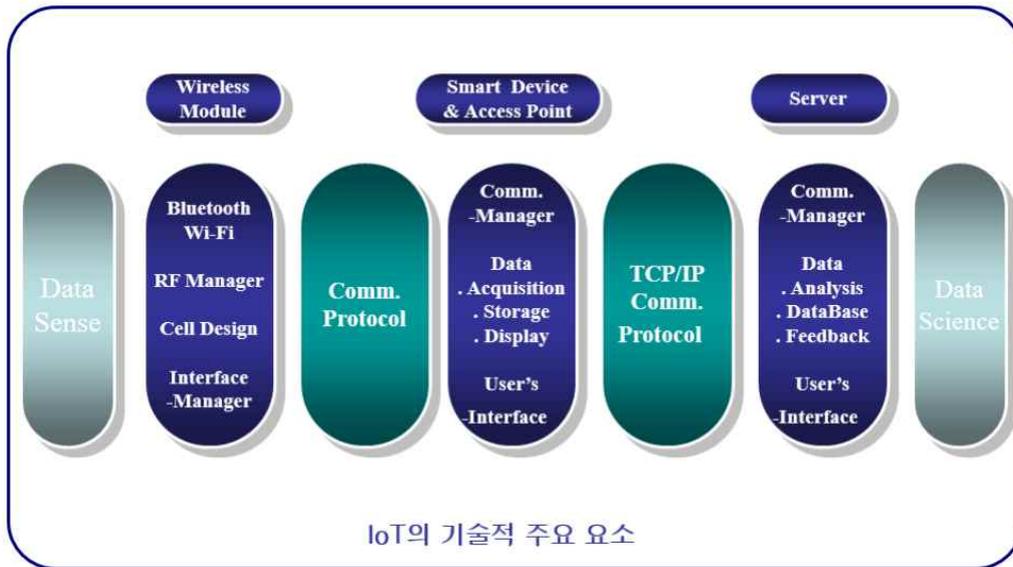
- 포장잉크는 우유 종이팩에 사용되며 온도가 안전범위를 이탈하는 경우에 그 여부를 색상의 변화로 소비자에게 알려주며 나아가 네슬레 캐나다는 전세계로부터 수입되는 화물에 GPS기술이 접목된 센서기기를 부착해 화물의 위치(이동경로), 안정성, 품질을 실시간으로 확인함
- 이상으로 살펴본 바와 같이 실시간 온도와 위치 정보를 확인하고자 하는 경우, 필요한 때에 언제 어디서든지 데이터를 수집 및 분석하여 공유할 수 있는 IT 인프라가 구축된 환경과 더불어 운영의 고도화가 요구됨

### ○ 콜드체인 운영상의 가장 큰 약점인 고객의 습관

- 대부분의 콜드체인 운영자에게 가장 큰 장애물은 제어할 수 없는 공급망의 일부는 고객임
  - 이를테면, 수 백 Km를 이동하여 수많은 이송절차를 따라 상당한 비용과 노력을 기울였음에도 불구하고, 제품이 고객의 카트 내지 뜨거운 차 안에서 혹은 고장 난 냉장고에서 오랫동안 방치되는 경우에도 상품의 변질이나 이상여부가 때로는 제조, 유통업체에게 비난의 화살이 돌아가는 경우
- 식품, 약품 그리고 선도가 유지되어야 하는 여타 제품의 안전성과 무결성을 확보하는 것은 콜드체인 기업에게 요구되는 중요한 목표
  - 세계화, 강화되는 규제 그리고 소비자 요구의 변화는 기술, 효율성 그리고 안전성을 갖추도록 요구하는 것은 물론이고 계속해서 업무 복잡성 및 가시성의 범위가 변화 내지 확대 되도록 함
  - 그러므로 콜드체인 운영상의 효율화와 안전, 안심 기반 확충을 위해서 가장 중요한 구성원인 고객의 저온유통에 대한 인식 고도화와 온도 민감성 제품의 취급 및 관리에 있어서 핵심 파트너로서 공조 내지 긴밀한 파트너십을 유지할 수 있도록 하는 공감대를 형성하는 것이 무엇보다 필요하다고 생각함

### 3. IoT 기술 구성 요소 및 플랫폼

#### 3.1. 기술 구성 요소



#### ○ 사물 인터넷을 이루는 주요 3대 기술

##### ▪ 센싱 기술

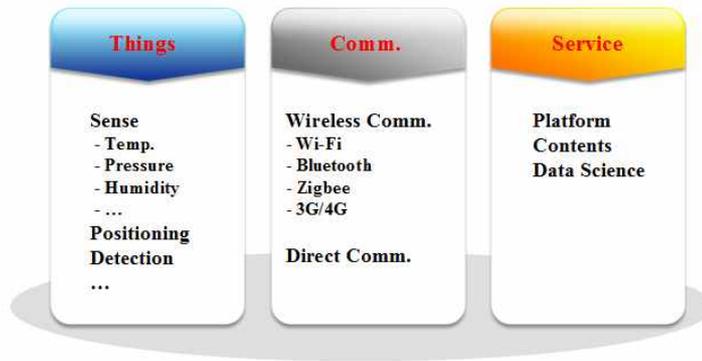
- 전통적인 온도/습도/열/가스/조도/초음파 센서와 원격 감지, SAR, 레이더, 위치, 모션, 영상 센서 등이 사물과 주위 환경에서 정보를 얻는 정보 수집 기술이
- 물리적인 센서는 표준화된 인터페이스와 정보 처리 능력을 내장한 스마트 센서로 발전하고 있으며, 이미 센싱한 데이터로부터 특정 정보를 추출하는 가상 센싱 기능도 발전하고 있는데, 가상 센싱 기술은 사물 인터넷 서비스 인터페이스에 구현

##### ▪ 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술

- 사물에서 사물까지 엔드 투 엔드 사물 인터넷 서비스를 지원하기 위한 유무선 통신 및 네트워크 인프라 기술은 말 그대로 기존 유무선 통신 기술의 총합
- 블루투스, 와이파이, RFID, 적외선 통신 등 근거리 무선통신을 비롯해 WCDMA, LTE 등과 같은 이동통신 기술, 유선통신(이더넷, 광대역 통신), 그리고 GPS 등 모든 통신 기술이 포함

- 서비스 인터페이스
  - 최종적으로 사용자에게 사물 인터넷 서비스를 제공하기 위해서는 정보를 수집, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 상황 인식, 인지, 보안 및 프라이버시 보호, 인증, 인가, 검색, 객체 정형화 등을 포함한 서비스 인터페이스 기술
  - 사물 인터넷 서비스 인터페이스는 네트워크 인터페이스의 개념이 아니라, 서비스 제공을 위해 정보를 저장, 처리, 변환하는 역할을 뜻함
  - 정보를 센싱, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 상황 인식, 인지, 보안/프라이버시 보호, 인증/인가, 검색 등의 기술이 필요하며, 특히 사물에서 발생하는 막대한 양의 데이터, 바로 빅데이터를 저장, 처리, 분석할 빅데이터 기술도 서비스 인터페이스에 속하는데, 이는 사물 인터넷이 활성화될 수 있는 가능성을 나타냄
  - 또한 각 서비스마다 하드웨어와 소프트웨어가 필요하고 이를 통합해 서비스하는 플랫폼 부문도 사물 인터넷 서비스 인터페이스 범주에 속함
- 프로스트앤설리반은 사물 인터넷 생태계를 ▲칩셋 ▲모듈 ▲디바이스 ▲네트워크 ▲플랫폼 ▲애플리케이션 등으로 분류
  - 이처럼 사물 인터넷은 관련된 산업 분야가 많다. 칩 개발업체에서부터, 모듈 개발업체, 기기 제조 업체, 애플리케이션/미들웨어/플랫폼 개발업체, 통신업체, SI업체 등 IT 산업 전체와 직접적인 관련이 있음
  - 현재 사물 인터넷을 활용하는 산업군은 농수산, 축산, 건설, 에너지, 자동차, 기계, 교통, 물류, 환경, 보안, 유통, 헬스케어, 관광, 교육, 개인 등 14개 영역과 39개 세부 시장으로 분류
  - 특히, 사물 인터넷 시장은 정부와 공공기관에서 활용할 수 있는 여지가 많아 미국, 중국, 영국, 독일을 비롯한 전 세계 각국이 서둘러 사물 인터넷 도입
  - 향후 사물 인터넷 서비스의 대상자는 기업뿐만 아니라 일반 사용자 모두가 될 것
  - 이와 같은 기술 및 서비스의 트렌드에 따라 현재 무수히 많은 업체들이 IOT의 슬로건 아래에 사업의 방향을 설정
  - 궁극적인 IOT 서비스를 위해서는 하나의 기술과 콘텐츠만을 가지고는 불가능하며, 위에 언급된 IOT의 3대 요소에 해당하는 모든 기술들이 하나로 융합되었을 때만이 서비스 구현이 가능함

<그림 2> IOT의 3대 요소



- IOT 서비스를 구상하고, 이를 주요 사업 영역으로 발전시키는 업체들은 일반적으로 콘텐츠를 보유하고 있는 사업자 이거나 서비스 사업자들임
- 이들이 IOT 서비스를 개발함에 있어 가장 어렵고, 꼭 필요하지만 보유하지 못한 기술이 ▲ 기초 데이터 획득 기술 ▲ 무선 통신 기술 ▲ 스마트 디바이스로의 데이터 전달 기술 ▲ 스마트 디바이스를 통한 사용자 인터페이스 기술 ▲ 로컬 서버와의 통신 및 데이터 저장 기술

### 3.2. IoT의 주요 기술들

- IoT와 관련된 다양한 기술들은 지금 이 시간에도 지속적으로 발전하고 있으며, 새로운 기술들도 끊임없이 개발되고 있음
- 다양한 기술들 중, IoT를 이해하기 위해 가장 필수적인 것으로 생각되는 다섯 가지 ‘IoT 플랫폼, IoT 통신망, Sensor 기술, 디지털트윈(Digital Twin)’, ‘IoT Device Gateway’ 가 있음
  - 이들은 성공적인 IoT 비즈니스를 추진이나 서비스 개발을 위해 반드시 알아두어야 할 요소이며, 각 기술들에 대한 전문적인 지식을 보유하기는 어렵지만, 전체를 통합할 수 있는 기본적인 이해는 반드시 필요함
  - 또한 여기에서 언급되는 기술이 IoT 전체를 이해할 수 있는 모든 것이 아니므로, 이외에도 각 기업이나 비즈니스 특성에 따라 추가적으로 요구되는 기술들에 대해서도 정리를 해두어야 함

### 3.3. IoT 플랫폼 기술

- 플랫폼의 사전적 의미  
 다양한 용도에 공통적으로 활용할 목적으로 설계된 유형의 구조물”

- 하드웨어 플랫폼: 공정 표준화와 생산 단가 절감의 도구로 사용되는 도구
- 소프트웨어 플랫폼: 윈도우즈, 브라우저, 자바, 모바일 OS 등과 같이 여러 가지 기능을 제공해 주는 공통 실행 환경
- 서비스 플랫폼: 트위터, 페이스북, 카카오톡, 라인 등과 같이 다양한 서비스를 제공하는 인터넷 기반기술 환경
- 비즈니스 플랫폼: 하나의 비즈니스가 다른 비즈니스의 기반 혹은 일부로 사용되는 환경
- 이 외에도 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 다양한 형태의 플랫폼 있음
  - 예) 애플의 앱스토어, 구글의 플레이스토어, 이동통신 3사의 원스토어 등 스마트폰 사용을 위한 소프트웨어 생태계 플랫폼들

### 3.4. IoT 플랫폼

- 일반적으로 플랫폼이란 공통 기능의 기반을 제공하는 Enabler로 볼 수 있음
  - IoT 플랫폼은 IoT 서비스의 기술적인 기반을 제공하는 플랫폼으로 수많은 IoT 디바이스들을 활용하여 다양한 서비스구성을 가능
  - 즉, IoT 비즈니스와 기술을 가능하게 하는 기반을 제공하는 것이 IoT 프론트엔드(Front-end: 사용자)와 백엔드(Back-end: 기반 인프라)의 중심에 위치해 있는 IoT 플랫폼임
  - IoT 비즈니스의 성패는 IoT 플랫폼에 달려있음
  - 최근 스마트시티(Smart City), 스마트홈(Smart Home), 스마트 빌딩(Smart Building), 스마트 미터링(Smart Metering), 에너지(Energy) 등의 많은 분야에서 IoT 플랫폼을 활용한 프로젝트가 진행됨

### 3.5. IoT 플랫폼의 역할

- IoT 관련 다양한 연구에 의하면 2020년을 기준으로 IoT Things의 수량이 500억개 이상으로 늘어날 것으로 전망
  - Things 수량에 대한 전망은 다양한 의견들이 있으나, 분명한 것은 우리가 예측하는 것보다 훨씬 빠르고 많은 수의 Things들이 폭발적으로 늘어나고 있으며 연결되고 있음

- 『The Rapid Growth of Internet of Things Gartner, 2016』에 의한 2009년 대비 2020년 기준 Things의 증가 추세
  - 개인 디바이스의 사용이 약 65억 개로 4배 정도 증가할 것이며, 인터넷에 연결되는 디바이스가 약 240억개로 27배 증가할 것으로 보고 있음
  - 또한, 스마트폰을 제외하고 개인당 4개 이상의 Things를 보유할 것으로 예측함
  - 이와 같이 폭발적으로 증가하는 IoT 디바이스는 반드시 연결성을 갖게 됨
  - 수많은 Things은 서비스의 일부로 사용되는 대다수 디바이스들은 플랫폼에 연결될 것
  - 이렇게 IoT 플랫폼은 IoT 디바이스가 연결되는 대상이며 즉, IoT 연결성의 중심에 있는 것이 바로 ‘IoT 플랫폼’임
  - IoT 플랫폼은 연결성을 부여하고 이 연결성을 관리하며, 다양한 IoT 서비스를 가능하게 해주는 역할을 하고 있음

### 3.6. 다양한 IoT 플랫폼 제품들

- 많은 기업은 IoT 비즈니스를 추진하고 성공시키기 위해 노력 중이며 새로운 센서와 디바이스, 새로운 아이디어의 앱, 새로운 데이터 분석 기법, 인공지능 등 다양한 신기술들이 개발되고 제품들이 출시되고 있음
- IoT 플랫폼 역시 주요 IT기업들에서 다양한 솔루션들을 제시하고 있으며 간단한 검색만으로도 인텔, 아마존, 마이크로소프트, IBM, HP, 노키아, Telit 등의 IoT 플랫폼 자료를 쉽게 찾아 볼 수 있음
  - 4차 산업혁명에서 중요한 가치로 거론되고 있는 것이 공유 경제이며, 이런 의미에서 개방형 IoT 플랫폼이란 개념은 IoT 비즈니스 혁명을 가져올 중요한 요소임
  - ‘개방형 IoT 플랫폼’이란 IoT 플랫폼을 기술과 비즈니스 측면에서 공유할 수 있도록 오픈하는 것으로 즉, 개인, 개발자, 기업등 IoT 기술과 서비스를 개발하는 사용자들에게 플랫폼을 오픈하여 다양한 Things를 연결하여 테스트하고, 서비스를 개발해 볼 수 있도록 기능을 제공하는 것
    - 여기서 주의할 것은 공유라는 의미가 무료와는 다르다는 것
    - 테스트나 파일럿 단계에서는 무료로 사용하지만, 비즈니스에서는 공유 경제

에서와 같이 상대적으로 비용 효율성이 높아진다는 것을 의미

- 이러한 개방형 IoT 플랫폼은 일반 기업이 내부적으로 사용하는 IoT 플랫폼과는 다르게 특정 서비스나 디바이스에 종속되지 않으며, 어떠한 디바이스나 서비스 또는 솔루션이든 사용자의 목적에 적합하게 사용자가 원하는 형태로 구성하여 사용할 수 있다는 장점이 있음

#### ○ 개방형 IoT 플랫폼의 주요 기능

- 표준화된 디바이스 연결: 다양한 형태의 Things를 쉽게 연동할 수 있는 기능을 제공
- 인터페이스 개방: 사용자들이 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스를 개방
- 디바이스의 앱의 공유: 플랫폼에 연결된 다양한 디바이스와 앱을 상호 공유할 수 있음
- 이벤트와 룰 처리 기능: IoT Things에서 수집된 정보를 기반으로 다양한 이벤트, 룰 처리가 가능
- SDK, OPEN API 제공: 서비스 개발을 위한 SDK, OPEN API 제공

#### ○ IoT 생태계에서 개방형 IoT 플랫폼이 필요한 이유는 무엇일까?

한마디로 손쉬운 IoT서비스를 개발할 수 있는 환경을 제공하여 비즈니스에 대한 접근성을 높이는 데 필요하기 때문이며 즉, 심플한 비즈니스 아이디어만으로도 IoT서비스가 가능하게 되는 것

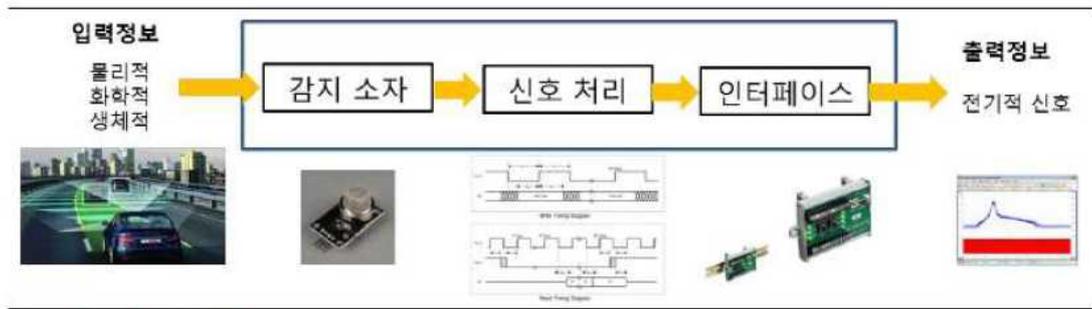
#### ▪ 개방형IoT 플랫폼의 필요성

- IoT 인프라 구축에 대한 부담 해소
  - 심플한 비즈니스 아이디어만으로 서비스를 손쉽게 개발
  - 즉시 사용 가능한 IoT 서비스 기반 제공
  - 다양한 파일럿, Demo, PoC 등의 개발이 가능
  - IoT와 관련된 글로벌 표준 기술을 즉시 사용 가능
- 현재 IoT 비즈니스를 선점하고자 하는 많은 글로벌 기업들은 개방형 IoT 플랫폼 제품을 개발하여 시장에 출시

- 글로벌 IoT 기업들과 대표적인 개방형 IoT 플랫폼 제품들
  - SKT - ThingPlug Platform
  - Daliworks - Thing + Platform
  - Intel - IoT Analytics Platform
  - IBM - Watson Platform
  - AT&T - AT&T IoT Platform
  - PTC - ThingWorx Platform
  - GE - Predix Platform
  - thethings, IO - thethingsio Platform

#### 4. 스마트 센서 기술 및 시장 제품 분석

- 센서는 우리가 획득하고자 하는 주요 정보(아날로그)를 획득하고 이를 통해 유효성 있는 정보를 변환하여 우리가 언제 어디서나 실시간으로 확인할 수 있도록 해 주는 부품
- 오늘날 IoT가 발달하는데 가장 큰 영향을 미친 기술들 중 하나는 센서 (Sensor) 기술이라 할 수 있음
- ‘센서’ Sensor 기술은 과거에는 불가능했던 영역에 대한 센싱, 더 정밀하고 정확해진 센서의 개발, 센서 가격의 하락 등 지속적인 발전을 통해 다양한 IoT 서비스들을 가능하게 함
- **센서Sensor의 사전적 의미**
  - A device giving a signal for the detection or measurement of a physical property to which it respond’ 즉 ‘반응하는 물리적 특성의 탐지 또는 측정을 위한 신호를 제공하는 장치’
  - ‘측정 대상물로부터 압력, 가속도, 온도, 주파수, 생체신호 등의 정보를 감지하여 전기적 신호로 변환하여 주는 장치 device를 의미
  - Sensor의 기본 구조는 물리적, 화학적, 생체적 입력을 통해 감지 소자와 신호 처리를 거쳐 인터페이스를 통해 출력되는 일련의 형태를 가지고 있음



#### 4.1. 센서의 종류

- 센서의 종류는 구분하는 방식에 따라 다양한 형태가 있으나, 일반적으로 감지 대상별 내용에 따라 물리 센서, 화학센서, 바이오 센서 등으로 분류
- 이외에도 감지 방식별, 집적도별, 구현 기술별, 적용 분야별 등 다양하게 종류를 구분

#### 다양한 센서 종류



- 온도 센서
  - 동일한 기능을 하는 온도 센서이지만, 다양한 외형과 특성을 가지고 있기 때문에 각각의, 서비스, 구축 방식 등의 환경에 맞추어 최적화된 선택 및 사용을 해야 함

#### 4.2. 센서 기술의 발전

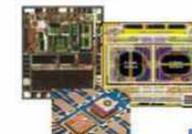
- 현재 센서 기술은 소형화, 복잡화, 지능화라는 세 가지의 큰 방향성을 가지고 발전하고 있으며, 이렇게 발전하는 센서의 발전모습은 '스마트 센서'

Smart Sensor' 라는 명칭으로 정의

○ 한국센서연구조합' 에 따르면 센서 연구의 주요방향

- 이전에는 센싱할 수 없었던 영역의 센싱
- 센서의 제조 공정 및 작동 원리 혁신 예: 3D프린팅을 활용한 Flexible 형태 센서 개발
- 전력소비 향상을 통한 가용성 확대 예: 운동에너지 변환을 통한 자가발전
- 기존 센서의 정확도와 정밀도 향상 등

○ ETRI에서 발간한 『센서 산업과 주요 유망 센서 시장 및 기술 동향 2015』 자료에 따르면 센서의 발전 방향은 센서부와 신호처리부로 나누어져 스마트 센서화, 상황 인지/자동화/융복합 다기능화의 방향으로 발전함

	1970 Discrete Sensor	1980 Integrated Sensor	1990 Digital Sensor	2000 Smart Sensor
센서부				
	개별 단위 센서부 구성	센서부 소형화	이종 센서/SoC 융복합화	소형화 3D/WLP
신호처리부				
	신호처리부 분리	센서부 신호 증폭/보상	Digital signal 연산/SoC 기술	상황인지/통합처리
	센서부/신호처리 분리	초소형 기술 응용으로 센서/신호처리회로 결합	상황인지/자동화/융복합 다기능화	

### 4.3. 센서 시장 전망

- 현재와 같은 추세라면 향후 10년 안에 약 1조개 이상의 센서를 사용하는 트릴리온 trillion ‘센서 시대’를 맞이할 것으로 전망되어짐
- 센서가 사용되는 주요 분야로는 IoT, 자율주행자동차, 로봇, 스마트폰, 스마트 공장 등으로 예상됨
- 산업통상자원부에 따르면,
  - 세계 센서 시장규모는 2016년 1050억달러 약 115조7,000억 원에서 2020년 1417억 달러 약 156조 1,500억원까지 성장할 전망

- 한국 내수 시장 역시 2020년 11조원 대로 커질 것으로 전망
- 세계 센서 시장은 연평균 10.6%의 높은 성장세를 보이고 있으며, 국내 시장도 6.8%의 고속 성장을 할 것으로 전망
- 현재 세계 센서 시장은 미국, 일본, 독일 등 3개국이 70% 이상을 점유하고 있어 선진국의 독점화가 비교적 심한 분야로 평가

구분	2012	2013	2014	2020	CAGR
국내 내수시장	54	60	65.7	99	10.4%
국내 생산액	13.3	15.3	17.7	42	15.5%
수출액	7.6	8.6	9.8	21	13.5%
수입액	48.3	53.3	57.8	78	8.2%
세계시장에서 국내생산 비중(%)	1.9%	2.1%	2.2%	3.4%	-
국내기업의 내수시장 점유율(%)	10.5%	11.2%	12.0%	21.2%	-

- 국내 시장 규모는 2020년 약 11조원으로 전망되며, 세계 시장에서의 시장 점유율은 2%대에 머물고 있음
- 국내 센서 시장은 높은 성장세를 예상하고 있으나 국내 기업들의 점유율은 현재 10%대에 머물고 있는 실정
- 특징
  - 국내 내수시장은 세계 시장보다 높은 성장률이 예상되나, 국내 기업의 내수 시장 점유율은 10.5% 수준으로 매우 낮은 상황
  - 국내 기업의 생산액은 2012년 기준 13.3달러 규모로 세계 시장에서 차지하는 비중은 1.9%로 매우 낮은 수준
  - 국내 센서 기술은 초보단계이며 스마트폰 이미지 센서 중심으로 생산이 이루어지고 있다. IoT핵심 센서인 압력, 가속도, 영상 센서 등은 100% 수입에 의존하는 실정

#### 4.4. 센서 산업의 범위

- 지식경제부 2012의 『센서 산업 고도화를 위한 첨단 센서 육성사업 기획보고서』에 따르면 센서 산업의 범위는 소재, 소자형, 모듈형, 시스템형 등으로 구분
  - 소재 Material: 기본 재료가 되는 소재 분야
  - 소자형 Device: 소재를 사용하여 고유 기능이 구현된 부품인 소자형
  - 모듈형 Module: 복수의 부품을 조립한 특정 기능을 가진 장치인 모듈형

- 시스템형 System: 복수 센서, 입출력 장치, 제어 장치 등의 유기적으로 결합된 장치인 시스템형



#### 4.5. 센서의 선택

- IoT 서비스에 있어 센서의 선택은 서비스의 품질을 결정하는 중요한 의사결정 중의 하나임
- 대표적인 센서 온라인 마켓인 ‘Mouser Electronic’ 에서 판매하고 있는 온도 센서의 한종류 제품이 1만개 이상임
- 새롭게 준비하는 IoT 서비스를 설계할 때 센서의 정밀도, 작동 환경, 데이터 형태, 내구성, 가격 등의 모든 요소가 서비스의, 품질에 문제를 야기하지 않도록 세심한 분석과 준비가 필요함
- 온도센서의 가격도 몇백원에서 수백만원까지 다양한 가격대를 형성하고 있다. 이 또한 IoT 비즈니스에 막대한 영향을 주게 됨

#### 5. 무선 기술의 종류 및 전망

- 현재의 통신망 기술은 ‘GIGA’ 와 5G를 중심으로 발전을 하고 있음
- 유선 통신망에서 일반 사용자들도 GIGA의 속도로 인터넷을 이용할 수 있도록 발전하고 있으며, 스마트폰을 기반으로 하는 이동통신망의 경우도 차세대 5G 통신을 위한 시험 서비스를 진행하고 있기 때문에 가까운 시일 안에 사용자들에게 새로운 통신 환경을 제공할 것으로 기대됨

- 글로벌 이동통신 업체들이 경쟁적으로 준비하고 있는 5G는 기존 통신망과 다른 어떠한 특징으로는 아직 본격적인 상용화가 되지는 않았지만 전문가들은 다음과 같은 서비스를 제공받을 수 있을 것으로 전망함
  - ‘1,000 ~ 1만배 > 현재 ’ 트래픽 수용: 현재의 트래픽보다 최소 1,000배에서 1만 배 이상의 트래픽을 수용할 수 있어야 함
  - 최대 1~ 10Gbps 초고속 데이터 처리 속도: 최대 1~ 10Gbps의 초고속 데이터 처리 속도를 가져야 함
  - 1밀리초msec 이하의 저지연: 안정적인 서비스 제공을 위해 1밀리초msec 이하의 저지연 신뢰성을 제공해야 함
  - 품질 안정성 확보: 다양한 서비스들을 지원하기 위해 통신 품질 안정성이 확보되어야 함
  - 저전력 수명, 에너지 효율성: 다양한 디바이스들을 지원하기 위해 10년 이상의 저전력 수명 및 에너지 효율성이 높아야 함
  - 확장 운용 진화가 용이한 유연성: 새로운 기술과 서비스의 대응을 위해 유연성을 가져야 함
  - 저비용의 경제성: 상대적으로 저렴한 통신비용을 통한 경제성 확보가 가능해야 함
- KT에서 2015년도에 발표한 ‘5G Master Plan’ 에 의하면 5G는 Pre-commercialization 즉, 시범 상용화 단계의 서비스가 2018년 평창올림픽을 기준으로 제공되고 실질적인 상용화는 2020년에 제공되는 것으로 계획됨
- 한편 이동통신에 대한 국제 표준인3GPP에 의하면, 5G에 대한 표준화의 경우 3GPP Release 형태로 기술이 발단되고 있으며, 상용화를 위한 Release 버전은 ‘Release 16’ 이 완료되는 2019년에 제공될 것으로 예상됨

## 5.1. IoT 통신의 특성

- Data의 크기
  - 센서, 상태, 제어, 위치 등 IoT의 기반 정보들은 멀티미디어나 음성 데이터들에 비해 작은 크기
  - 그러므로 IoT서비스에서 사용되는 데이터는 일반적으로 이전에 사용되는 타 서비스들에 비해 상대적으로 적은 크기를 사용하게 됨

## ○ 전력소모

- IoT에서 사용되는 디바이스들의 경우, 상시 전원이나 아님 배터리 전원을 사용하는 경우가 많기 때문에 전력이 서비스 기간 동안 충분히 제공될 수 있어야 함
- 특히 웨어러블 기기들의 경우, 사용자들의 이러한 요구는 지속적으로 증대되고 있음

## ○ 네트워크 비용

- IoT는 비즈니스의 특성상 다수의 디바이스들을 사용해야 하는 환경이므로 네트워크 비용도 기하급수적으로 증가
- 기존의 대용량 트래픽을 위해 사용하는 통신망을 이용한다면 비용을 감당할 수 없기 때문에 IoT 비즈니스에 특화된 네트워크 비용이 필요

## ○ 디바이스 비용

- IoT 비즈니스에서 디바이스의 확산은 불가피한 상황
- 물론 소량의 디바이스 제공만으로 가능한 IoT 서비스가 존재하지만 대부분의 IoT 서비스는 디바이스 보급이 서비스의 성패를 좌우하므로 IoT 디바이스 제조 및 관리 비용의 효율성은 중요한 문제

○ IoT 서비스에 대한 비즈니스 및 솔루션을 설계할 때 해당 서비스를 명확하게 분석하여 최적화된 통신 방식을 선택하는 것이 중요함 → 서비스 중에는 고객의 요구와 기술적 특성으로 인하여 대용량의 데이터를 필요로 하는 경우도 발생하기 때문

○ 예) 자율주행 자동차의 각종 센서 정보를 주고받기 위해 디바이스를 준비하고 있는 업체의 경우

- 향후 자율주행 자동차에 사용될 센서의 수많은 많게는 500개 이상
- 이런 경우에 단순히 자율주행 자동차에 탑재되어 있는 센서 데이터만을 생각하고 디바이스를 설계한다면 통신망을 IoT 전용망으로 설계
- 향후의 자율주행 자동차들은 초고해상도 CCTV 정보도 주고받아야 함
- 차량에 탑재될 다수의 초고해상도 CCTV 데이터는 소량의 데이터 처리를 목적으로 하는 IoT 통신망에서는 적합하지 않음

- 따라서 자율주행 차량의 디바이스를 개발하는 디바이스 업체는 이런 통신 특성을 반영할 수 있도록 대용량 이동통신망으로 설계를 하거나 IoT 전용망과의 하이브리드 형태로 개발을 진행해야 할 것

## 5.2. IoT 통신망의 필요성

- 앞에서 살펴본 것처럼, 일반적으로 IoT 통신망의 특성은 소량의 Data 크기와 낮은 전력을 소모하며 저렴한 네트워크와 디바이스 비용을 갖고 이와 같은 IoT 통신의 특성으로 인하여 이를 반영한 IoT 전용 통신망에 대한 요구가 점점 커짐
- 사용자들의 IoT 전용 통신망에 대한 대표적인 요구사항
  - 기존 통신망 대비 낮은 통신 모델 및 통신망 비용
  - IoT 디바이스 특성에 따른 저전력 장기간 사용 및 에너지 효율성 확보
  - 효율적인 전파도달거리 침투력 확보
- 따라서 IoT 디바이스와 서비스 형태 등 다양한 요구사항에 대응하고, 서비스 구성 및 설계에 따라 적절한 통신의 선택권을 제공하며 다양해지는 IoT 서비스에 대처할 수 있는 최적화된 통신망이 필요함
- IoT 통신망의 구분
  - IoT 통신망은 사용 방식에 따라 근거리 통신, 원거리 통신으로 구분
    - 근거리 통신: Wifi, Bluetooth, Z-Wave, ZigBee 등
    - 원거리 통신: 3G, LTE, 5G, LTE-M, NB-IoT(Narrow-Band), eMTC 등
- 근거리 통신망은 WiFi, Bluetooth, Z-wave, ZigBee 등과 같이 10km 내외의 거리와 낮은 속도를 사용하는 IoT 전용망과 그 외 일반 이동통신망으로 구분
  - 현재 사용 가능한 대표적인 IoT 통신망
    - 주파수 대역을 기준으로 보면 표준 면허 대역을 사용하는 LTE-M, NB-IoT 통신망
    - 비면허 대역인 LoRa, Sigfox 통신망
    - 통신망들은 각각 수 kbps에서 Mbps 단위까지의 전송 속도 차이를 보임

〈표 3〉 IoT 통신망의 종류

	NFC	RFID	Blue-tooth®	Blue-tooth® LE	ANT	Proprietary (Sub-GHz & 2.4 GHz)	Wi-Fi®	ZigBee®	Z-wave	KNX	Wireless HART	6LoWPAN	WiMAX	2.5-3.5 G
Network	PAN	PAN	PAN	PAN	PAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	LAN	MAN	WAN
Topology	P2P	P2P	Star	Star	P2P, Star, Tree, Mesh	Star, Mesh	Star	Mesh, Star, Tree	Mesh	Mesh, Star, Tree	Mesh, Star	Mesh, Star	Mesh	Mesh
Power	Very Low	Very Low	Low	Very Low	Very Low	Very Low to Low	Low-High	Very Low	Very Low	Very Low	Very Low	Very Low	High	High
Speed	400 Kbs	400 Kbs	700 kbs	1 Mbs	1 Mbs	250 kbs	11-100 Mbs	250 kbs	40 Kbs	1.2 Kbps	250 kbs	250 Kbs	11-100 Mbs	1.8-7.2 Mbs
Range	<10 cm	<3 m	<30 m	5-10 m	1-30 m	10-70 m	4-20 m	10-300 m	30 m	800 m	200 m	800 m (Sub-GHz)	50 km	Cellular network
Application	Pay, get access, share, initiate service, easy setup	Item tracking	Network for data exchange, headset	Health and fitness	Sports and fitness	Point to point connectivity	Internet, multimedia	Sensor networks, building and industrial automation	Residential lighting and automation	Building automation	Industrial sensing networks	Sensor networks, building and industrial automation	Metro area broadband Internet connectivity	Cellular phones and telemetry
Cost Adder	Low	Low	Low	Low	Low	Medium	Medium	Medium	Low	Medium	Medium	Medium	High	High

### 5.3. eMTC & NB-IoT 통신망 비교

○ 현재 차세대 IoT 통신망으로 가장 주목받고 있는 기술 - NB-IoT와 eMTC

- 글로벌 통신기술 업체인 퀄컴의 발표 자료에 의하면, eMTC는 대역폭 1.4Mhz로 최대 처리량이 1Mbps이나 VoLTE나 완전한 이동성 등의 필수 기능을 지원하여 자산 추적기나 웨어러블 기기등의 IoT 분야에 활용이 가능
- 반면 NB-IoT는 계량기나 센서등 처리하는 데이터량이 적고 실시간 처리가 필요하지 않는 IoT 분야에 적합하며, 대역폭 200kHz에서 데이터 전송률은 수십 kbps이며 커버리지는 훨씬 더 넓다고 알려져 있음

#### ▪ IoT 통신망 기술 - 원거리 통신망

- 현재 IoT 관련 원거리 통신기술과 관련하여 다양한 IoT 통신망 기술이 경쟁하고 있으며 선택의 주요 기준으로 면허 대역 여부, 표준화 정도, 생태계 형성, 로밍 등
- 각 통신 기술들이 IoT를 위해 개발된 것이지만, 커버리지, 배터리수명, 통신 속도 등 세부사항들에 차이들이 존재하므로 준비하고자 하는 비즈니스에 적합한 통신기술을 비교하여 최적의 기술을 선택해야 함

○ IoT 통신망의 대표적인 기술들

주제	기준			저전력 장거리통신		LTE-MTC	
	Wi-Fi	Zigbee	Bluetooth	SigFox	LoRa WAN	LTE-M/ NB-LTE-M	NB-IoT
통신범위 (커버리지)	20~100m	10~100m	10m	13Km 이내	11Km 이내	11Km 이내	15Km 이내
사용 주파수	2.4GHz, 5GHz	868, 900 ~928MHz, 2.4GHz	2.4GHz	868MHz, 915MHz (비면허 대역)	867 ~928MHz (비면허 대역)	1.4MHz/ 200KHz	200KHz
최대 전송속도	2~54Mbps (최대600Mbps)	250Kbps	1~ 2.1Mbps	100bps	0.2~50Kbps	1Mbps	200Kbps
전력소비/ 배터리수명	50~ 200mW	평균 15mW 이하	1~30mW	약 20년	약 10~20년 10mW이하	약 10년	약 10년
표준화	IEEE 802.11b,g	IEEE 802.15.4 포함	IEEE 802.15.1	비표준	비표준	3GPP Release 12	3GPP Release 13
노드 확장성	20	65,535	7	백만	16채널 /1,000노드	1	1
네트워크	Infra(AP), Ad-hoc	Ad-hoc, P2P, mesh	Ad-hoc, small network	WAN, M2M	WAN, M2M, mesh	LTE, WAN	LTE, WAN
통신 연결시간	10s 이하	30ms 이하	100ms 이하	400ms 이하	400ms 이하	1ms	1ms

- KT가 주도한 LTE-M과 NB-IoT는 유럽 시장을 중심으로 확산
- 또한, SIGFOX는 최근 국내에도 비즈니스를 추진하고 있으며, LoRa는 SKT에서 많은 투자를 통해 확산에 노력함
- 이 기술들 중 현재 시장에서 가장 많은 관심을 받고 있는 기술들로는 LoRa NB-IoT등이 있으며, 특히 NB-IoT망은 차세대 IoT 전용망으로 주목을 받고 있음

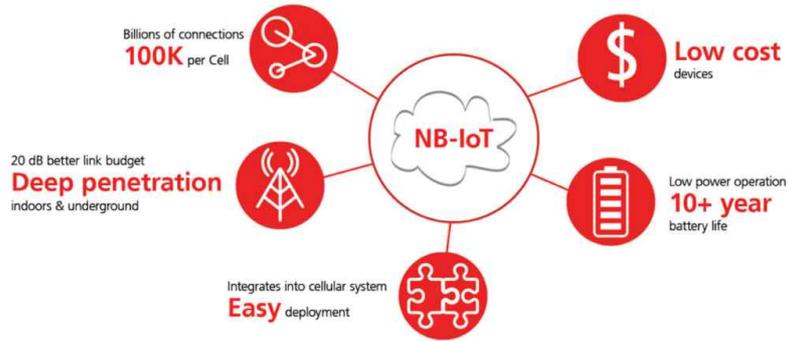
#### 5.4. IoT 전용망으로 주목받는 NB-IoT

○ NarrowBand-IoT는 이동통신망을 통해 저전력 광역(LPWA: Low Power Wide Area) 통신을 지원하는 협대역 사물인터넷 표준으로 오랜 배터리 수명, 높은 침투력, 저비용 요건을 내세우며 실내외에서 공통적으로 사용되는 애플리케이션을 목표로 함

- 모듈 제조사인 u-blox사에 따르면, NarrowBand-IoT 통신망은 단일 기지국당 최대 15만대의 장치를 지원함
- 커버리지를 개선하여 지하나 건물 내부와 같은 통신 취약 조건에서도 탁월한 성능을 제공하는 장점
- 다른 무선통신 기술들과 달리 NB-IoT는 장치가 덜 복잡하여 제조에 용이하

며, 초저전력 작동 등의 특징

- NB-IoT 통신망을 기반으로 스마트 미터링, 스마트 시티, 농업과 환경, 스마트 빌딩 등의 다양한 IoT 서비스가 가능함



### 5.5. IoT 통신망 기술 - 근거리 통신망

- IoT 통신망 기술들 중 근거리 통신은 데이터 및 디바이스 크기, 거리, 전력, 속도 등 용도와 사용편리성에 따라 다양한 기술이 사용됨

Protocol	WiFi	RF4CE	Bluetooth Low Energy	Specified Low Power	EnOcean
Standard	IEEE802.11.x	IEEE802.15.4	IEEE802.15.1	IEEE802.15.4g	ISO/IEC 14543-3-10/11
Frequency	2.4GHz			Sub-GHz	
	2.4GHz	2.4GHz	2.4GHz	868MHz 920MHz etc.	868MHz 902MHz 928MHz
Distance (Guideline)	~200m	~20m	~30m	~800m	~120m
Speed	1~72Mbps	250kbps	1Mbps	100kbps	125kbps
Power	AC adapter	Battery	Battery	Battery	None(battery-less)
RF LSI	-				-
Module					
Application Examples	Standard wireless High-speed large volume data transmission	Remote control, wearable devices Bluetooth LE adopted in smart homes		Expected use in B Route from smart meters and HAN	Applications utilizing battery-less wireless sensor nodes

- 현재 가장 많이 사용되고 있는 근거리 통신 기술로는 WiFi, Bluetooth, Z-Wave, Zigbee, RFID, NFC등 이 있음

- WiFi

- 가정, 회사, 공공장소 등에서 가장 손쉬운 통신 수단으로 사용되고 있으나 보안에 취약한 문제로 인하여 중요한 비즈니스 용도로는 잘 사용되지 않음

- Bluetooth
  - 일반적으로 저렴한 비용과 스마트폰 보급에 따른 사용성 등을 생각할 때 현재 가장 대중적으로 널리 사용되고 있는 것
- Z-Wave
  - 홈 IoT를 중심으로 가정 내 다양한 IoT 디바이스 연동에 많이 사용되는 기술
  - Z-Wave 허브를 중심으로 손쉽게 디바이스를 연동하여 사용할 수 있다는 장점

## 5.6. Wi-Fi 통신기술

- WiFi Alliance는 WLAN의 국제화 및 인증을 위해 1999년 설립하여 기본적으로 WiFi 명칭의 디바이스를 만들기 위해서는 WFA를 통해서 인증을 받아야 한다.
- WiFi와 관련한 다양한 표준 명칭 ‘WiFi Alliance에서 제공하는 인증 프로그램의 명칭이다.

구분	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n	802.11ac
주파수	2.4GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4GHz , 5GHz	5GHz
전송방식	DSSS	OFDM	OFDM	OFDM	OFDM
변조방식	CCK	BPSK,QPSK,16QAM, 64QAM	BPSK,QPSK,16QAM, 64QAM	BPSK,QPSK,16QAM, 64QAM	BPSK,QPSK,16 QAM, 64QAM ,256QAM
거리	70~100m	15~35m	50~80m	실내 70m 실외 250m	100m
채널 대역폭	20MHz	20MHz	20MHz	20/40MHz	20/40/80/160M Hz
최대 다운로드속도	11Mbps	54 Mbps	54 Mbps	600Mbps	6.93Gbps
장점	저가제품으로 구현 가능	간섭현상이 상대적으로 낮음	802.11b와 호환	802.11b와 802.11g와 호환가능	고속통신 (초고화질 HD 영상 전송)
단점	블루투스와의 간섭현상 발생	위성통신 주파수를 사용하기때문에 일부 국가에서는 사용할 수 없음	블루투스와의 간섭현상 발생	WEP, WPA, TKIP 미지원	5GHz는 통신위성 주파수 대역

## 5.7. Bluetooth 통신기술

- 블루투스가 사물인터넷 시대 핵심 무선통신 기술로 자리매김 할 것으로 전망되고 IoT 시대를 맞아 ‘비콘’이라는 이름으로 점차적으로 사용 영역을 확대하고 있으며, 스마트폰 도입 초기 근거리 파일 공유 등으로 각광받던 블

루투스 기술은 와이파이망의 확산과 3G, LTE 요금 인하로 음성 통화, 음악 스트리밍으로 자리 잡음

- 그랬던 블루투스가 다시 주목 받는 것은 O2O 서비스엔 LTE 등과는 다른 고정 위치 기반 근거리 통신 기술이 필요하기 때문

## ○ 블루투스

- 2.4GHz의 주파수를 사용하는 무선 기술
- 10m 가량의 전송거리에 1Mbps의 전송속도
- 가장 큰 장점은 100mW 이하의 저전력으로도 구동이 가능해 모바일 환경에서도 배터리 소모에 대한 부담이 적고 보안성이 뛰어난 편
- 근거리 통신 기술 중에서도 표준화가 매우 잘된 기술
  - 세계 어느 곳을 가든 블루투스를 지원하는 기기는 동일하게 데이터를 주고 받을 수 있음
  - 최근에는 무선충전연합과 협력해 센서 중심 기술인 ‘블루투스 스마트’에 디바이스 사이의 세션관리 및 전력 제어를 기반으로 한 무선충전이 가능하도록 할 전망이다
  - 즉, 여러 대의 디바이스를 동시에 충전할 때, 하나의 디바이스가 우선적으로 먼저 충전되는 등의 전력관리 기능을 발휘할 수 있게 됨
- 이러한 급속한 확산의 중심에는 국내 기업들의 제품출하가 큰 비중을 차지할 전망

## ○ 블루투스 SIG

- 국내 제조업체들의 지속적인 제품 출시로 인해 한국에서 출하되는 블루투스 제품의 숫자가 사상 최대 성장을 보임
- 국가별로 볼 때, 한국은 블루투스 SIG로부터 세계에서 가장 많은 수의 블루투스 디자인을 인증 받은 국가로 나타남
- 전 세계적으로 인증 받은 블루투스 디자인 중 25%가 한국 업체의 것
- 한국 업체들에 의한 블루투스 및 블루투스 스마트 성장 추이를 근거로 볼 때, 블루투스 SIG는 가전제품 시장에서의 지속적인 성장과 웨어러블, 스포츠 및 피트니스, 홈오토메이션, 가정용 오락기기, 자동차, 건강 및 의료 시장에

서의 빠른 확산을 기대함

- 이미 블루투스 기술은 광범위한 실생활에 적용
- 어린이가 블루투스 기술이 탑재된 칫솔을 사용하면 텔레메틱스 기술에 따라 칫솔에서 수집하는 모든 정보를 무선으로 태블릿PC나 휴대폰 등의 주변 기기에 전송되어 실시간 데이터를 유용한 정보로 변형
- 블루투스는 헬스케어 부문에서도 활용
  - 당뇨병 환자가 사용하는 혈당 측정기는 블루투스 Smart 디바이스로 혈당 측정 시 마다 수치를 PC의 애플리케이션에 전송해 건강 상태를 확인
  - 애플리케이션 자체가 가상의 의사 역할을 하는 것
  - 세계 보건기구에 따르면 전 세계 2억 5,000만 명의 당뇨병 환자가 있으며, 이 수치는 10년 내에 두 배로 증가할 것이라고 전망되어짐
- 블루투스 기술이 탑재된 디바이스는 실제 시중에서 찾아볼 수 있음
  - 현재 나이키에서 출시된 퓨얼밴드나 운동화에는 심장박동을 측정할 수 있는 Polar Heart Rate 측정기가 탑재됨
  - 사용자가 퓨얼밴드를 착용하고 운동을 하게 된다면 센서를 통해 스마트 TV로 데이터를 전송하여 실시간으로 전송된 심장박동이나 칼로리 등의 데이터를 정보로 전환시켜줌

○ 가전기기 간 무선 연결로 정보를 서로 교환하는 근거리 무선 기술 표준

- 1994년 에릭슨이 시작한 무선 기술 연구를 바탕으로 생성된 블루투스 SIG(Special Interest Group)을 통해 본격적으로 성장함
- 2011년 말, 시장에 나온 블루투스 디바이스의 누적 개수는 약 70억 개에 달하며, 이후 계속 증가하여 현재 82억개가 넘어서고 있음
- 자동차, 소비자 가전 및 PC, 건강 및 피트니스, 휴대전화, 스마트 에너지 분야에 적용되어 다양한 가전기기의 근거리 연결을 제공함

○ 주파수 호핑 방식으로 시스템 간 전파간섭을 회피한다.

- 2.4GHz의 ISM(Industrial Scientific and Medical) 주파수 대역을 사용
- Master 기기와 Slave 기기로 구성되어 주파수 호핑 패턴을 동기화하고, Master 기기와 Slave 기기 간 무선 통신이 이루어지게 하며, Master 기기는

최대 7개의 Slave 기기를 연결함

- 블루투스 버전 3.0까지는 점점 속도를 향상시켜 최대 24Mbps 속도를 제공하고, 버전 4.0에서는 저전력을 기반으로 25개의 새로운 프로파일 및 서비스를 도입하여 새로운 유형의 헬스 및 피트니스 디바이스, 자동차 열쇠, 스마트 시계까지 다양한 분야로 적용 분야를 확대함
- 블루투스는 근거리에서 기기 간에 저전력으로 무선통신을 하기 위한 표준으로 1999년 12월 블루투스 버전 1.0B가 발표된 이후 AFH(Adaptive Frequency Hopping)를 적용한 버전 1.2가 2003년 11월에 채택됨
- 2004년 10월에는 데이터 전송속도를 최고 3배로 향상시킨 2.0+EDR, 2007년 7월에는 연결 방식을 간단하게 하고 보안기능을 강화한 SPP(Secure Simple Pairing)가 포함된 2.1+EDR이 발표됨
- EDR 기능이 제품에 탑재됨에 따라 기존의 전송속도를 2~3배 향상시켰지만 여전히 스트리밍 서비스 등과 같이 고속데이터의 전송에는 한계를 뚫
- 이러한 한계를 극복하고 기존보다 8배 이상 향상된 버전 3.0+HS(High Speed)가 2009년 4월에 발표됨
- 버전 3.0+HS는 기존 블루투스 전송방식을 그대로 사용할 뿐만 아니라 802.11 및 PAL 기술을 적용하여 블루투스 기기 간 데이터 스트리밍, 동영상 전송과 같은 대용량의 데이터 전송 서비스가 가능하게 됨
- 전력 관리 기능을 내장해 이전 버전에 비해 전력소모도 줄일 수 있게 됨
- 2007년 6월 블루투스 SIG는 Wibree 포럼에서 표준화를 진행하고 있던 초저 전력 응용기술인 WiBree 기술을 블루투스 규격으로 흡수하면서 블루투스 Low Energy라는 새로운 응용 분야를 개척하면서 2010년 6월에 Low Energy 기술이 탑재된 블루투스 버전 4.0을 발표함
- 버전 4.0을 사용할 경우 전력 소비를 급격하게 줄일 수 있어 스포츠, 헬스케어, 센서, 기기제어 등에 사용 가능한 싱글모드 제품뿐만 아니라 기존 블루투스와 저에너지 기술이 동시에 존재하는 듀얼모드 제품을 만들 수 있음
- 최근 블루투스 4.0 ( Beacon/BLE )기반 제품 출시, 2013년 6월에 애플은 iOS7을 발표하면서 블루투스 4.0 기술을 기반으로 실내 근거리위치 추적 기술인 iBeacon을 선보였고, 구글도 Android 4.3부터 블루투스 4.0을 지원
- 특히, iBeacon은 블루투스 4.0에 애플 자체 측위기술을 접목하여 실내에서의 근거리 측위 기능을 강화한 기술임

- 애플은 2013년 12월에 미국 내 254개 애플 매장에 아이비콘을 설치하여 매장을 방문하는 아이폰 사용자들에게 매장 내 위치에 따라 다양한 마케팅 정보를 제공하고 애플 ID와 연결된 카드 정보를 활용하여 결제까지 할 수 있는 서비스를 제공함
- 한편, 최근 Google이 NFC 기술 없이도 모바일 지갑 서비스 Google Wallet을 이용할 수 있도록 함에 따라 블루투스 LE(BLE)에 기반을 둔 기술이 결제 표준으로 대세를 이룰 것으로 예상되어짐
- 특히, NFC 기술을 지원하는 단말이 한정된 것과 달리 PayPal Beacon의 경우 거의 모든 휴대전화에서 지원하고 있는 블루투스 기술을 기반으로 하고 있으며, 이미 1억 3,200만 명의 가입자를 확보함으로써 온라인 결제 업계에서 높은 인지도를 확보하고 있는 PayPal의 브랜드라는 점도 강점으로 평가받고 있음
- BLE 기술은 최근 Apple의 iPhone에서 NFC 대신 모바일 결제 기술로 채택하는 등 관련 업계에서 점차 입지를 굳혀가는 추세임
- Apple은 자사 모바일 iOS7.0에서 iBeacon으로 명명한 일련의 BLE 기반 신기능을 선보였으며, 동 기술은 Apple의 Passbook과 결합해 사용할 경우 성장 가능성이 매우 높은 것으로 평가받고 있음

## 5.8. Z-Wave 통신기술

- Z-Wave는 덴마크 회사인 Zensys와 Z-wave Alliance에서 개발한 프로토콜로서 현재 320개 이상의 회사가 가입되어 1,350개 이상의 제품을 출시
- 홈 IoT와 같은 저전력, 저 대역폭을 요구하는 장치를 위해 설계된 통신기술임

	Z-Wave
통신형식	무선
통신 용량(스루풋)	9.6kps/40kbps
사용 주파수대	920MHz
전송거리	30m 정도
네트워크 토폴로지	메쉬
전력소비	소
접속 가능 대수	~232
접속 용이성	중~고
오접속 방지	자~중

## 6. 참고문헌

1. WEF, The Global Competitiveness Report 2016-2017, 2016.1
2. WEF, The Future of Jobs, 2016.1
3. 과학기술정보통신부, 4차 산업혁명 대비 초연결 지능형 네트워크 구축 전략 (안), 2017.12
4. 클라우드 슈밥 지음, 역자 송경진, <클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명>, 새로운 현재, 2016.4
5. KETI, 4차 산업혁명과 ICT의 미래, 2017.12
6. NIA한국정보화진흥원, 홈IoT 시장분석 및 시사점, 2016.10
7. KT, KT 5G Master Plan, 2015.9
8. 한국전자통신연구원, LPWAN기반 광역 IoT 기술 및 표준화, 2016.4
9. 사물인터넷포럼, 사물인터넷 응용을 위한 스마트 환경센서 기술동향, 2017.8
10. Electronic science, 산업용 IoT의 무선센서 네트워크, 2015.11
11. 현대경제연구원, 초연결 시대 산업 전략-독일 스마트 산업화의 내용과 시사점, 2016.2
12. 한국정보화진흥원, 저전력 광역 무선네트워크 기술 소개
13. 한구무역보험공사, 5G 및 이동통신산업 동향 분석, 2018.11
14. 정보통신산업진흥원, 2018 SW산업 이슈 리포트
15. LG전자 차세대 표준 연구소, IoT 케넥티비티 표준 기술 동향, 2018.6
16. 연구개발특구진흥재단, 근거리 무선통신 시장, 2017.12
17. 정보통신기술진흥센터, 스마트홈을 넘어 다양한 분야로 확산되는 IoT, 2018.4
18. 정보통신산업진흥원, 월마트, 식품 유통 추적에 블록 체인 기술 도입, 글로벌 ICT포럼
19. ETRI, 차세대 사물인터넷에 대한 고찰, 2019
20. ETRI, 한계 없는 무선통신 실현을 위한 기술 동향, 2019
21. 한국전자통신연구원, 차세대 무선통신 표준화 기술 동향
22. 김진수, 4차산업혁명을 시작하는 기술, 2018.3
23. 한관순, 농식품 콜드체인 전략, 2017.12

## 한우고기 수출가능성에 대한 연구

### session 3. 포장필름의 기술동향 및 최근 육류식품포장과 혁신

#### 개요

육류 포장 및 잠재적 솔루션의 식품 품질 및 안전문제 분석

고기 포장에서 현재 사용되는 기술 동향

고기 포장의 최근 혁신 전망

결론과 동향

참고문헌



## 1. 서론

- 육류 및 육류 제품 (Grunert & Valli, 2001; Morrissey, Sheehy, Galvin, Kerryh, & Buckleyh, 1998)을 포함한 자연산이고, 신선하며, 맛이 좋으며, 영양가가 있고, 건강하고 안전하다고 인식되는 식품에 대한 수요가 증가
- 유럽 6 개국에서 실시된 소비자 설문 조사에 따르면 “색상“, “맛“ 및 “신선도“는 구매전, 구매 후 및 식품 안전 인식에서 고기에 대한 가장 중요한 고유한 품질 요소로 나타남(Glitsch, 2000).
- 이러한 모든 품질 및 안전성은 고기 포장 재료 및 기술에 크게 의존되며, 신선 및 가공 육 제품에 대한 국내외 위생 및 안전 기준의 엄격해짐에 따라, 유통 기한이 길어짐에 따라 제품 유통 기간 연장 및 소비자 기대를 충족해야 한다는 요구로 고기 포장 산업 지난 10 년 간 빠르게 발전시킴 (Kerry, O’Grady, & Hogan, 2006).
- 포장은 세계에서 세 번째로 큰 산업으로 선진국의 GNP (GNP)의 약 2 %를 차지하는 것으로 보고됨(Han, 2005; Robertson, 2005)
- 신선, 가공된 육류 제품을 포장하는 기본적인 이유는 오염방지, 부패 지연, 연화능 향상 및 중량감소를 줄이며, 색과 향을 유지하는 선에서 효소 활성을 허용함(Brody, 1997; Mondry, 1996)
- 이를 토대로 현재의 육류 포장들은 단기 냉장 보관 및 소매 전시를 위한 오버랩핑 포장, 장기 냉장 보관을 위한 진공 포장, 벌크 가스 플러싱 또는 변형공기조성포장 (MAP) 시스템에 이르기까지 다양함(Kerry, O’Grady, & Hogan, 2006)
- 최근에는 능동 포장, 지능형 포장, 식용 코팅/필름, 생분해성 포장 및 나노 재료 포장을 비롯하여 일련의 새로운 포장 기술 및 재료가 개발이 이뤄지고 있음
- 이러한 기술 및 재료는 품질 및 안전성을 향상시키고, 저장수명을 연장하고, 환경 영향을 줄이고, 소매 업체 및 소비자에게 패키지 제품의 매력을 높일 수 있는 잠재력과 식품 업계가 호평을 받고 있음
- 그러나 이러한 기술의 제한성은 육류 및 육가공 제품 포장 응용과 관련이 있으며 이 분야에 대한 포괄적인 검토는 제한적이며 최근 5년 이상 간행된 최신 기술이 있을 정도임(Coma, 2008, McMillin, 2008)

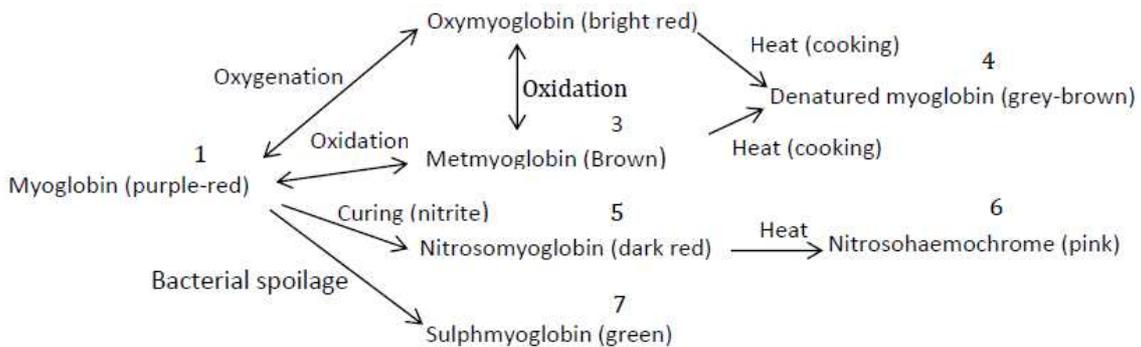
- 미 농무부 (USDA)에 따르면 미국인들의 붉은 살코기 및 가금류 소비량은 2018 년에 222.2 파운드로 2017 년 216.9 파운드에서 1998 년 210.2 파운드로 증가 할 것으로 전망
- 지난 50 년 동안 가장 많은 육류 소비량이며, 붉은 육류와 가금류의 생산량은 2018 년에 증가 할 것이고 동시에 미국 경제가 성장하고 미국인들은 식량을 소비하는 데 더 많은 돈을 소비할 것으로 전망
- 미국산 노동 통계국 (American Department of Labor Statistics)에 따르면 2017 년 11 월 미국 도시에서 1 파운드당 파운드 3.64 달러로 전년 대비 1 %의 비용이 소비됨
- 얇게 썬 베이컨의 가격은 \$ 5.71로 전년보다 약 12 % 증가하였고, 가금류는 더 저렴하며 신선한 닭고기는 2017 년 11 월 미국 도시에서 파운드당 \$ 1.45로 전년 대비 1.8 % 하락

본 review에서는 현재 육류 및 육가공 제품 응용에 사용되는 세계 포장 시스템을 확인하고 육류 포장 시스템에서 상업적으로 사용할 수 있는 신기술 및 개발 기술을 알아보고자 함

## 2. 육류 포장 및 잠재적 솔루션의 식품 품질 및 안전 문제 분석

### 2.1. 육색

- 육류의 색상은 소비자의 구매 결정에 영향을 미치고 제품의 신선도에 대한 인식에 영향을 미치는 육류 및 육류 제품의 첫번째의 조건임
- 고기 색깔은 갓 slice 된 쇠고기의 깊은 자줏빛 붉은 색과 근육에 있는 myoglobin 색소의 농도와 상태에 따라 변화된 경화 돼지 고기의 밝은 회색에 이르기까지 다양함
- 미오글로빈 농도가 클수록 색이 진하게 되는데, 예를 들어 쇠고기는 적색이지만 돼지 고기는 훨씬 더 옅은 색이며 부분적으로는 돼지 고기보다 약 9 배 많은 양의 미오글로빈을 함유 한 쇠고기 때문이고(Egan, Eustace, & Shay, 1988) 육류 저장 및 가공 과정에서 미오글로빈은 산소 존재 또는 부재 하에 가역적으로 oxymyoglobin 또는 metmyoglobin으로 전환되어 결과적으로 고기 색상이 달라짐<그림 1>



<Figure 1> The forms and colours of myoglobin in different types of meat and meat products (modified from Egan, Eustace, & Shay, 1988)

1, 진공 포장 쇠고기; 2, 신선한 쇠고기 공기에 저장; 3, 신선한 고기가 공기 중에 저장 된 고기; 4, 신선한 고기 요리; 5, 조리되지 않은 경화 육류 (날햄); 6, 요리된 육류 (요리 햄); 7, 미생물에 오염된 고기.

- 분명히 가장 중요한 육색 변화는 이미 오래전에 밝혀졌는데, 포장 재료의 높은 pH와 약간의 산소 투과성을 지닌 진공 포장필름에 기본적인 관절이나, 미생물 오염으로 인한 metmyoglobin과 녹색 황산염 미립구의 형성으로 인한 육류에서의 붉은색의 상실임(Taylor & Shaw , 1977)

## 2.2. 지질 산화

- 지질 산화는 풍미, 색, 질감 및 영양가의 부정적인 변화나 독성 화합물을 생성할 가능성에 의해 나타나는 육류 및 육가공품의 품질 저하의 또 다른 주요 요인임(Gray, Goma, & Buckley, 1996)
- 지질 산화는 자유 라디칼 체인메커니즘을 통해 산소분자와 반응하는 불포화 지방산이 과산화물을 형성하는 복잡한 과정
- 육류 및 육류 제품의 지방산 산화는 동물의 식단 (예 : 비타민 E 보충); 지방 구성, 금속, 헴 화합물 및 육류의 소금; 포장, 가공 및 저장 재료 및 방법에 의해 영향을 받음(Morrissey, Sheehy, Galvin, Kerry, & Buckley, 1998)
- 포장 기술 측면에서 산화적 식품의 열화를 방지하기 위한 가장 확실한 예방 조치는 산소가 투과하지 않는 필름, 진공 포장 또는 Modified Atmosphere packaging(MAP)(이산화탄소 및 질소)에서 생고기를 포장하거나 free 라디칼/산소흡착제/억제제를 포장 재료에 첨가 하는 방법임

## 2.3. 미생물 오염

- 호주 뉴질랜드의 식품기준(FSANZ)는 국내에서 생산된 소, 양, 염소 및 돼지의 신선한 고기는 공중 보건에 대한 위험이 적지만 즉시 먹을 수 있는 제조육류 및 육류 제품에 의해 나타나는 건강 위험은 상대적으로 높다고 평가(FSANZ, 2009)
- 건강한 동물의 생고기에는 미생물이 거의 없으나 육류의 취급, 저장 및 가공 중, 도체의 표면은 가죽/양털, 장비(예 : 칼), 작업자의 손과 옷에서 미생물로 오염되거나 다른 식품 및 물과 동물 기원의 병원체가 교차 오염 될 수 있음
- 호주 Red Meat 산업(Sumner, Ross, Jenson, & Pointon, 2005)에 대한 미생물학적 위험 연구에서 HACCP을 실시하지 않은 요리사가 제공한 *Clostridium perfringens*로 오염된 식사, 물받이통에 있는 살모넬라가 교차오염시키거나 덜 익힌 케밥; 살모넬라균으로 오염된 가정식에서 “높은” 위험요소들이 확인됨
- “중간” 위험 위해 제품의 경우에는 *Listeria monocytogenes*로 오염된 즉석육류제품이나 장출혈성 대장균 (EHEC) 및 살모넬라균으로 오염된 날고기(UCFM)/생선 살코기; EHEC로 오염된 익히지 않은 햄버거; 케밥은 정상 생산 중이나 최종 “플래시” 가열 후 살모넬라에 의해 오염된 육류에서 확인됨

- “위험도가 낮은” 제품으로 확인된 제품들은 살모넬라로 오염되어 있거나, *L. monocytogenes*로 오염된 UCFM/salami; EHEC로 오염된 잘 조리된 햄버거 등이 충분히 조리되거나, 조리된 후 (RTE) 제품들이었음
- 유럽 연합에서 가장 흔한 식중독 병원체는 *Campylobacter*와 살모넬라 균이었으며 그 다음으로 *Yersinia* spp., *Escherichia coli*, *L. monocytogenes*가 그 뒤를 따름(Nørrung & Buncic, 2008)
- 분명히, 고기의 미생물 안전성은 전 세계적 관심이며, 육류의 부패는 환경 조건과 미생물 상호 작용 (Tsigarida, Boziaris, Nychas, 2003)의 결과이기 때문에 저장 및 가공 과정에서 다음 절에서 설명하는 조건을 최적화하면 고기 미생물 안전 문제를 최소화하거나 방지가 가능함

### 2.3.1. 온도

- 온도는 육류 및 육가공 제품의 관능적 성질 (예 : 색, 향미), 영양 품질 (예 : 단백질 및 지질 저하) 및 안전성 (예 : 미생물의 성장)에 영향을 미치는 가장 중요한 외부 요인이며(Nychas, 2006), 실제로 육류 및 육가공 제품 가공 및 보관은 저온 환경에서 유지되어야 함
- 0-1°C에서 대부분의 미생물의 성장률은 5°C에서의 성장률의 절반에 불과하며 온도가 낮아짐에 따라 더 줄어들기에 육류 제품 및 환경에 따라 실용적으로 낮은 육류 저장 온도 및 운송 온도가 필요함(Egan, Eustace, Shay, 1988)
  - 예) 신선한 고기의 빙점은 약 -1.5°C이기 때문에 냉동되지 않은 신선한 고기의 최적 보관 온도는 약 -1°C가 되어야 함
  - 이 온도에서는 미생물의 성장이 극도로 느려지고 화학적 및 생화학적 변화가 발생
  - 결과적으로 최적의 저장 수명이 달성됨(Egan, Eustace, Shay, 1988)
  - 육류 포장 기술은 저장 및 운송 온도가 시스템 내에서 고려될 때 육질 및 안전성을 향상시키는 데 가장 효과적임

### 2.3.2. 가스 치환

- 육류 및 육가공 품의 미생물 성장은 주변의 가스 성분을 변경함으로써 억제될 수 있음
- MAP (modified atmosphere packaging) 기술은 포장 환경이 공기와 다른 조성으로 변경된 보관 수명을 연장하기 위해 다양한 신선 식품 및 가공 식품에 개발 및 적용됨(Wolfe, 1980)
- 일반적으로, 가스 조성물은 이산화탄소의 수준을 증가시키고 및/또는 산소의 양을 감소시킴으로써 변형되고, 질소는 불활성 기체로서 사용되어 다른 기체의 비율을 감소 시키거나 팩 형태를 유지함(Bell & Bourke, 1996)
- MAP는 그람 음성균에 대한 세균 발육 억제 효과와 대기 중 10-20 % 정도의 낮은 농도로 주로 고기와 가금류의 유효 기간을 50-400 %까지 증가시킬 수 있다고 추정되며, 고기 부패 박테리아의 성장을 효과적으로 억제함(Rao & Sachindra, 2002)
- 신선한 빨간 육류는 일반적으로 80% O<sub>2</sub>: 20% CO<sub>2</sub>(Georgala & Davidson, 1970)를 함유하는 MAP에서 저장되며 조리된 육류는 70% N<sub>2</sub> : 30% CO<sub>2</sub>(Smiddy, Papkovsky, & Kerry, 2002)에 저장에 유리하고 MAP는 포장재의 산소 농도를 낮춤으로써 육류의 색소와 향을 개선하여 육류의 안료와 지방산의 산화를 감소시킴(McMillin, 2008)

### 2.3.3. 육류의 pH

- 살아있는 동물의 근육 pH는 중성이지만 당화 과정 (Egan, Eustace, Shay, 1988)에 의해 글리코젠이 젖산으로 전환되면서 산성(<7)이 됨
- 동물에서 글리코젠의 농도는 젖산의 생산을 결정하고 차례로 고기의 pH를 낮추고 스트레스를 받지 않는 동물을 도살한 지 4 시간이 지난 후에, 고기의 보통 pH는 약 5.5이고 pH는 5.5 이상인 것은 도축 전 글리코젠 고갈의 결과로 생각됨(Kannan, Chawan, Kouakou, & Gelaye, 2002)
- Mach, Bach, Velarde, & Devant (2008)에 따르면 pH 6.0 이상의 육류의 주된 문제점은 진한 붉은 색, 부드러움 변화의 증가, 맛이 좋지 않은 육질 및 냄새의 증가와 함께 허용 할 수 없는 수준으로의 미생물 성장과 슬라임 형성
- 대부분의 미생물은 5.4-7.0의 고기 pH 값 범위에서 자랄 수 있으며 pH가 높을수록 특히 산소가 있는 상태에서 박테리아의 번이가 더욱 빠르게 증가함

(Egan, Eustace, Shay, 1988)

- 따라서 육질과 미생물의 안전성을 높이기 위해서는 동물에서 글리코겐 고갈을 피하여 육류에서 pH5.5에 도달하는 것이 중요하며 이는 농장에서 도살장까지의 시간 및 취급, 도축장에서의 대기 시간, 기후 요인 및 도축 환경과 같은 동물 도살 전의 육체적 피로 및 심리적 스트레스에 기인함(Mach, Bach, Velarde, Devant, 2008)
- 고기 포장 기술은 도축 후 도축에 적용되며 갓 도살된 육류의 pH에 직접적인 영향을 미치지 않으므로 육류의 pH를 최적의 범위로 유지하도록 효과적인 육류 포장 전략을 마련해야함

### 2.3.4. 수분 활성도

- 미생물은 물이 필요하며 수분 함량이 감소하면 성장률이 감소. 수분 활성도 (aw)는 같은 온도 및 압력 조건에서 음식물의 수증기압과 순수한 물의 증기압의 비율이며, 음식에서 사용 가능하거나 “활성“인 물의 양을 필요함 (Labuza 1968)
- 미생물은 특정 수준의 수분활성도에서 만 자랄 수 있으며, 부패와 병원성 미생물이 자랄 수 있는 최저치는 <표 1>에 나타냄
  - 신선한 도체 고기는 0.99임(Egan, Eustace, & Shay, 1988)
- 부패와 병원성 미생물은 신선한 고기에서 있을수 있으나 가공 후 (예 : 경화, 흡연,표 1)에 따라 일부 미생물의 성장을 방해하는 육류 제품 (예 : 햄, 살라미 소시지)의 변화 (햄과 살라미 소량 감소) 포장 재료에 고기 aw가 미치는 영향에 관해서는, 다른 포장 필름이 수증기 투과율이 현저히 다르다는 사실은 잘 알려져 있으며, 보관시 수분 함량과 양을 변형시킬수 있음(Ščetar, Kurek, & Galić, 2010)

<Table 1> Minimum water activity for the growth of various microorganisms (adapted from Egan, Eustace, Shay, 1988; Gould, Measures, Wilkie, & Meares, 1977)

Microorganisms	Water activity
<i>Xeromyces bisporus</i>	0.60
<i>Saccharomyces rouxii</i>	0.65
<i>Halobacterium</i>	0.74
<i>Aspergillus flavus</i>	0.75

<i>Staphylococcus aureus</i>	0.84
Yeasts	0.87
<i>Escherichia coli, Pediococcus, Micrococcus</i>	0.90
<i>Lactobacillus, Streptococcus</i>	0.93
<i>Closteridium botulium, Escherichia, Salmonella</i>	0.95

### 2.3.5. 화학 및 생화학 적 억제제

- 육류 가공시 미생물 군집을 변화시키면서 육류 제품의 맛 / 풍미를 향상시키기 위해 다양한 성분이 첨가됨
  - 예) *Pseudomonas* (Egan, Eustace, & Shay, 1988)의 성장을 막기 위해 가공육의 특정 수준에서 염화나트륨 (염)을 보통 첨가하고 미생물의 성장을 억제하기 위해 경화 육류에 아질산 또는 아질산염을 사용함
  - 최근에 항균성 포장재는 포장재에 내제된 향 주머니에 항균성 물질을 넣거나 항균제를 포장 필름에 직접 넣거나 항균제의 운반체 역할을 하는 매트릭스로 포장하여 개발됨(Cooksey , 2001)
- 항균 포장에 포함되는 약제에는 박테리오신, 향신료 및 에센셜 오일 (예 : 오레가노 및 마늘 오일), 효소 (예 : 리소자임) 및 방부제 및 첨가제 (예 : 아세트산, 젖산, 칼륨 벤조 에이트) (Coma, 2008) 항생제 패키지의 육류 및 육류 제품의 미생물 안정성은 현저히 개선되고 유효 기간은 연장됨

## 3. 고기 포장에서 현재 사용되는 기술 동향

- 신선한 고기는 높은 수분 함량 (약 75 %)과 풍부한 영양분이 있어 부패하기 쉽다. 포장은 고기를 포함한 식품의 품질 저하를 유발할 수 있는 적대적인 환경 요인으로부터 보호하는 보존 기술 중 하나이며 운송 및 소비자와 식품 가공 업체 간의 연결을 위한 편의성을 제공(Marsh and Bugusu, 2007; Barlow and Morgan, 2013)
- 신선한 포장 고기는 1900년대 초반부터 시장에서 주요 육제품 중 하나로 냉동과 함께 진공 포장 (VP) 및 MAP은 가공되지 않은 육류의 저장, 유통 및 마케팅에 큰 변화를 가져온 육류 및 육가공 제품의 유통 기한을 연장시키는 보편적인 보급 기술이 됨( Cachaldora et al., 2013)
  - 포장재는 빛, 공기, 습기, 미생물, 곤충, 설치류 및 기계적 손상과 같은 외부

요인에 대해 물리, 화학 및 생물학적 억제력을 제공. 현재 식품 포장에 사용되는 가장 일반적인 재료는 유리, 금속(예 : 알루미늄, 알루미늄 호일, 주석, 강철 및 라미네이트 및 금속화 필름), 플라스틱(폴리올레핀, 폴리 에스테르, 폴리스티렌, 폴리 아미드, 에틸렌 비닐 알코올 , 라미네이트 및 공 압출), 종이 및 골판지 등임

- 플라스틱은 특히 강도, 투명도, 밀봉성 및 수분 및 가스 투과성(Taylor, 1994)의 상이한 특성을 가질 수 있는 육가공 포장재에서 매우 보편적으로 사용. 적합한 포장 필름을 선택하는 것은 보존 효과와 비용면에서 매우 중요(Muller, 1990)
- 포장은 미생물의 증식, 변색, 미각 및 영양 감소와 같은 육질 품질 저하를 막음(Zhou et al., 2010)
- 공기 투과성 포장과는 별도로 신선하고 최소 가공 고기에 대해 가장 많이 사용된 포장 기술은 VP, MAP 및 능동 포장 및 지능형 포장과 같은 기타 새로운 방법임
- 현재 세계시장에서 육류 및 육류 제품은 일반적으로 다음과 같은 방법으로 열성형 플라스틱으로 포장됨<표 2>(AUS-MEAT, 2015)

○ 이 섹션에서는 육류 및 육가공 제품의 열 성형 필름 패키징, 진공 포장 및 MAP의 현재 이용 및 혁신에 대해 알아봄

<Table 2> Packaging methods and symbols for Australian meat (adapted from AUS-MEAT, 2015)

Packaging methods	Symbols	Description	Photo examples
Individually wrapped	IW	고기 컷은 시트, 주석 그물 또는 가방과 같이 승인 된 재료로 개별 포장되었습니다. 이것들은 가장 큰 원형 컷에 가장 일반적으로 사용됩니다.	
Layer packed	LP	제품은 2 층 이상의 고기가 들어있는 상자에 포장되어 있으며, 각 층은 승인 된 재료로 분리되어 있습니다. 레이어 포장 고기는 작은 컷 항목 (예 : 측면 스테이크 또는 백 스트랩)을 겹칠 때 가장 일반적으로 사용됨	
Multi wrapped	MW	고기는 하나의 봉지 또는 포장재에 포장되어 있으며 두 개 이상의 자른 품목이	

		들어 있습니다. 이 방법은 중소형 원목 컷 항목 (예 : 척 입찰 - 양고기 랙)에 주로 사용됩니다.	
Tray packed	TP	고기는 열린 용기 또는 트레이에 포장하고 필름으로 덮습니다. 이것은 주로 작은 원시 컷이나 고기를 분할에 사용됩니다.	
Modified atmosphere packed	MAP	팩 (1 차 절단 또는 소매 준비 트레이)은 포장되어 산소를 제거하거나 낮추기 위해 혼합 가스로 씻어냅니다.	
Vacuum Packed	VP	공기와 산소는 포장에서 제거됩니다. 진공 포장은 MAP를 제외하고 위에 열거된 모든 포장 방법에 적용됩니다.	

인용: Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

### 3.1. 열 성형 필름

- 소비자는 냉장고에서 공간을 적게 차지하고 육류를 신선하게 유지하기 위한 개방형 및 재 밀폐 형 패키지를 선호함
- 플라스틱 폴리머는 경량, 우수한 성형성 및 유연성과 같은 산업 응용을 위한 저렴한 비용 및 우수한 물리적 특성으로 인해 고기 포장에 가장 일반적으로 사용
- 이러한 열가소성 합성 고분자는 단순히 열과 전단을 가함으로써 용융가공할 수 있음(Mensitieri et al., 2011)
- 육류 및 가공육에 사용되는 대부분의 포장 필름은 폴리아미드, 폴리올레핀 및 폴리에스테르로 구성 (Arvanitoyannis and Stratakos, 2012)

#### 3.1.1. 폴리 아미드 필름

- 폴리아미드 (PA), 즉 나일론은 큰 탄소 사슬 (> 6)로 구성되어있어 높은 강도와 터짐, 마모 및 찢어짐에 대한 저항성에 강하고(Mullan and McDowell, 2003) PA 필름은 저온에서 열적으로 안정하고 유연하며 묽은 산과 알칼리에

내성을 가짐(Robertson, 2006)

- PA (PA-6와 같은) 기반의 단층 또는 다층 필름은 진공 및 변형된 가스 조건 (Félix et al., 2014) 하에서 육류 및 육가공품 (예 : 소세지)을 포장하는 데 광범위하게 적용
- PA-6를 기반으로한 다층 필름은 내열성이 우수하여 식품 가공시 열처리에 주로 사용

### 3.1.2. 폴리올레핀 필름

- 폴리올레핀은 열 성형 필름의 개발을 위한 주요 플라스틱 소재
  - 예) 폴리 프로필렌 (PP), 폴리스티렌 (PS), 폴리 염화 비닐 (PVC) 및 다양한 등급의 폴리에틸렌 (HDPE, LDPE 등)이 포함(Duncan, 2011)
- 폴리 비닐 클로라이드 필름
  - 폴리 비닐 클로라이드 (PVC) 필름은 신선한 고기의 포장에 일반적으로 사용. 육류 포장재의 PVC 필름의 장점은 육류 표면과 산소의 접촉을 선호하는 상대적으로 높은 산소 투과성이며, 고기 미오글로빈 및 잔류 혈액 헤모글로빈과의 반응을 촉진하여 옥시미오글로빈 및 옥시 헤모글로빈을 형성함으로써 밝은 붉은 색을 띠게 함(Landrock and Wallace, 1955)
  - 또한, 열접착성이 좋기 때문에 비교적 저렴하고 사용하기 쉬우나 PVC 필름은 또한 고기 포장에 몇 가지 단점이 있음
    - 예) 찢어 지거나 구멍이 뚫리기 쉽기 때문에 “누출“포장이 빈번하게 발생
    - 그리고 색소 산화로 인한 박테리아 성장 및 갈변은 보존 기간이 짧게 하는 단점이 있음(Cornforth and Hunt, 2008)
- 폴리에틸렌 필름
  - 폴리에틸렌 (PE) 필름은 고기 포장에도 널리 사용
  - 그것은 높은 탄성, 좋은 heat sealability, 충분한 수증기 장벽 특성과 낮은 온도, 산 (질산을 제외하고)과 알칼리 (Piringer and Baner, 2000)에 대한 내성
  - 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE)은 비교적 낮은 O<sub>2</sub> 투과성 (200-400 nmolm<sup>-1</sup>

s-1GPa-1)을 가지지만 양호한 수증기 저항 특성을 가짐

- 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE)은 수증기에 대한 투과성이 낮지만 가스에 대한 높은 투과성 가짐(Greengrass, 1999)
- LDPE 포장 고기에서 에센셜 오일을 항균제로 사용하는 경우 고려해야 함
- 폴리에틸렌의 강도는 폴리 아미드와의 동시 압출에 의해 성능향상 될 수 있음(Cornforth and Hunt, 2008)
- 공압출된 폴리 아미드 - 폴리에틸렌 필름은 고 산소차단 특성 (Sørheim et al., 1999)으로 인해 일반적으로 고-산소 개질된 MAP에 사용

### 3.1.3. 폴리 에스테 필름

- 폴리에스테르는 주 사슬에 에스테르 작용기를 함유한 폴리머 카테고리이며, 가장 일반적으로는 폴리에틸렌 테라프탈레이트(Polyethylene terephthalate ((PET))를 의미함
- 폴리 락트산 (PLA) 및 폴리부틸렌 테라 프탈레이트 (PBT)와 같은 많은 종류의 폴리 에스테르가 존재
- PET 필름은 고온 저온에 대한 우수한 내성이 있으며 기계적 강도가 높고 중간 정도의 산소 차단성 (산소 투과도는 6-8 nmol-1 s-1 GPa-1)이며 잉크로 인쇄성이 우수(Coles et al., 2003)
- PET는 고기 포장에 널리 사용.

### 3.1.4. 기타 필름

- 육류 포장에 적용 할 수 있는 기타 열 성형 필름 소재로는 EVOH, PS, LLDPE, OPP, EVA, 폴리비닐리덴 클로라이드 (polyvinylidene chloride) (PVdC)를 포함하나 순수한 개별 중합체는 일반적으로 효과적인 육류 포장 용도에 요구되는 원하는 기계적 및 장벽 특성을 모두 나타내지 않음
- 열성형 필름 패키징의 주요 트렌드 중 하나는 보다 기술적인 요구 사항을 충족시킬 수 있는 유연한 다층 플라스틱 필름임
- 예) PP/tie/PA6/tie/PA6/tie/LDPE 와 중앙 장벽 (타이) 층이 층으로 대체 된 높은 장벽 (HB)을 포함하는 중간 장벽 (MB) EVOH는 f를 향상시키기 위해 개발됨

## 3.2. 진공 포장

- 진공 포장 (VP)은 최종 밀봉 전에 공기가 제거 된 용기 (단단하거나 유연한)에 제품을 포장하는 것(Muller, 1990)
  - 소시지, 핫도그 및 재조된 햄 제품과 같은 냉동 가공육 및 기타 슬라이스 가공육은 제품과 산소의 접촉을 최소화하여 유통 기한을 연장하기 위해 플라스틱 패키지에 진공 포장됨
  - 패키지의 정상 공기를 제거하였기 때문에 MAP의 변형으로도 간주(Rao and Sachindra, 2002)

### 3.2.1. VP 자료

- 소매 육류 제품용 진공 패키지는 일반적으로 육류가 배리어 스티렌 또는 PE 필름에 있고 열 수축 배리어 필름이 제품의 모양에 맞게 진공 밀봉 된 낮은 O<sub>2</sub> 포장 시스템임(Belcher, 2006)
- 진공 포장의 일반적인 재료로는 PA, EVA, EVOH 및 PET-PVdC가 있음.
- 패키지 모서리에서 감소된 두께는 진공 패키지의 가스 배리어 특성에 상당한 영향을 미친다는 점에 유의해야함
- 포장 코너의 가스 배리어 특성에 영향을 주지 않기 때문임에 Oliveira et al. (2006)은 진공 포장에서 EVOH의 사용함
- 현재 전형적인 VP 소재는 1 대기압에서 15.5 mlm<sup>-2</sup> (24h)<sup>-1</sup> 미만의 O<sub>2</sub> 투과율을 갖는 EVA / PVdC / EVA의 3단 공압출이다(Jenkins and Harrington, 1991)
- VP 시스템의 변형은 외부 장벽과 내부공기투과층이 있는 복합 필름을 사용하는 것
- 외부 장벽층은 소매 전시 전에 투과층으로부터 벗겨져서 공기가 육질 제품과 접촉하여 변색을 일으킴(Belcher, 2006; McMillin, 2008; Zhou et al., 2010)

### 3.2.2. 고기 포장에서 VP의 이용

- 진공 패키지 고기는 여러 나라에서 수년간 성공적으로 판매되어 지며, 진공 상태에서의 육류 보존은 일반적으로 매우 효과적(Jeremiah, 2001; Jayas and

Jeyamkondan, 2002)으로 VP는 신선한 육류 및 가공 육류 제품 포장 모두에 적용됨

- 최근, Avilés et al. (2014)는 진공포장 후의 쇠고기 스테이크의 색상 안정성과 누출 후 재 포장을 비교하였을 때 반복된 VP 후에 색상 안정성이 감소 했으므로 실제로는 피해야 한다는 것을 확인함
- 진공 포장에서의 최근 사례에 대한 몇 가지 예가 <표 3>에 제시되어 있는데, 이는 다양한 산소차단 특성을 가진 다양한 필름 재료가 사용되었음을 보여 줌
- 참고 문헌에 따르면, VP(Rao and Sachindra, 2002)를 포함하여 몇 가지 예방 조치가 필요함
  - 호기성 미생물의 번식을 방지, 바람직하지 않은 수축, 산화 및 색변화로부터 고기를 보호하기 위해 공기를 철저히 빼고 물을 줄여야함
  - 진공 상태를 유지하기 위한 슬기 또는 슬립 폐쇄 제어
    - 이는 배리어 필름을 통해 또는 패키지 내의 누출로 인해 패키지 내에 잔류 산소가 존재하기 때문에 저장 중 메티오글로빈 형성으로 인해 고기 갈변의 가능성을 감소시킬 것임
  - 적합한 배리어 필름의 사용
    - 포장 필름 매개 변수는 포장재 및 시스템의 올바른 선택에 따라 다름. 예로, 하나의 VP 방법은 호기성 부패 유기체의 성장, 수축 및 산화를 막기 위해 높은 배리어 필름을 사용하여 저장 수명을 연장함
    - 이 방법은 보라색 (탈산 소화 된) 육색을 유발하고 진공 패키지 형 소매 쇠 고기에 함유된 진한 자색의 deoxymyoglobin은 미국 소비자들에게 불편적이 지 않음(Meischen et al., 1987, Cornforth and Hunt, 2008)
    - 또 다른 방법은 산소 투과성 필름 (예 : PVC 필름)을 사용하여 육류 표면을 산소에 노출시키는 것으로 이 포장 고기는 소비자에게 바람직하지만 수명이 짧다는 단점이있는 적색 “블룸“색상이 있음
  - 진공포장 고기의 저장 조건은 일반적으로 저조도 및 냉장 온도에서 있어야 하며, 예를 들어 얇게 썬 고기의 경우 0-2°C, 육류 제품의 경우 3-6°C, 훈제 식품의 경우 5-6°C 경화 된 제품이나 -1°C의 온도에서 진공 포장 및 보관은 신선한 육류 저장에 널리 사용 (Balamurugan et al., 2011)

〈Table 3〉 Some examples of recent practice in vacuum meat packaging

Meat materials	Packaging materials	Storage	References
Dry-cured Iberian ham	라미네이트 필름 (폴리 아미드와 폴리에틸렌의 혼합물, 산소 투과율 : 38 cm <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> / 24 h / atm, Viduca, S.L., CASTALLA, ALICANTE, Spain).	4±1°C, 120 days	Parra et al., 2010
Beef and pork	상업용 차단 백 (산소 투과율 40-50 ccm-2 24 h-1, Wimpak Ltd., Winnipeg, MB, Canada 에서 사용)	-1.5°C or 4.0°C, 6 weeks	Balamurugan et al., 2011)
Beef	플라스틱 배리어 필름 (저밀도 폴리에틸렌, CRYOVAC BB3050, CRYOVAC Sealed Air S.r.l., Milan, Italy에서 사용 된 23°C에서 산소 투과율 : 0.83 cm <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	4°C, 20 days	Pennacchia et al., 2011
Horse meat	23°C 및 75% RH에서 산소 투과율 50 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /24 h/bar, 23°C 및 85% RH에서 수증기 투과율 2.6g/m <sup>2</sup> /24 h, TECNOPACK , 바르셀로나, 스페인).	2°C, more than 14 days	Gomez and Lorenzo, 2012; Lorenzo and Gomez, 2012
“Morcilla” , a typical cooked blood sausage	23°C 및 75% RH에서 산소 투과율 50 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /24 h/ bar, 23°C 및 85 % RH에서 수증기 투과율 2.6 g/m <sup>2</sup> /24 h, TECNOPACK , 바르셀로나, 스페인).	4°C, 8 weeks	Cachaldora et al., 2013

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

### 3.2.3. 고기와 육제품을 위한 VP의 최신 발달상황

#### ○ 새로운 진공 포장 필름의 개발

- 진공 포장에서의 낮은 산소 조건은 고기의 산화적 퇴화를 최소화하고 호기성 미생물 성장을 억제 할 수 있으나 잔류 산소는 0.5-2 % O<sub>2</sub>에 노출 될 때 최소시간만이 갈변을 일으킬 수 있기 때문에 미오글로빈을 여전히 deoxymyoglobin으로 전환시킬 수 있음 (Zhou et al., 2010)

#### ○ VP 육질의 품질을 향상시키기 위해 NEF (nitrite-embedded film)를 사용한 진공 포장을 사용하여 신선한 쇠고기 색 표시 수명을 연장(Claus and Du, 2013)

- 그러나 이 포장 기술은 육류에 잔류 아질산염을 침전시킬 수 있는 가능성이 있어 안전 문제가 될 수 있음
- 미 농무부 (USDA)의 규제에 따라 아질산염은 소매 판매시 육류에서 120~200ppm의 수준으로 10~ 50ppm의 잔류 아질산염으로 육류저장하는데 사용될 수 있음(Aberle, et al. 2012)

- 비슷한 NEF 포장된 신선한 쇠고기의 표면에 잔류 아질산염 (1.8ppm)과 질산염 (15.4ppm) 수준이 발견되었지만 포장된 쇠고기 2ppm 미만의 필름에 아질산염이 들어있으면 측정 가능한 잔류 아질산염이 검출되지 않았음(Claus and Du, 2014)

- 아질산염의 첨가는 조절 된 아질산 잔류량을 얻기 위해 잘 조절되어야 함.

### ○ 진공 포장과 항산화 / 항균제의 상승 효과

- 식용 및 약용 식물, 허브 및 향신료의 정유와 같은 많은 천연 추출물은 항산화 및 항균 기능을 보유하고 있으며 식품 손상 및 품질열화에 대한 활성제의 원천이 될 수 있음(Bagamboula et al. , 2004).
- 1.0%의 석류박추출물과 진공 포장을 사용하여, Devatkal et al. (2014)는 저온 저장된 염소 고기에서 질감, 색상, 지질 산화 및 미생물 총 플레이트 수의 품질 매개 변수에 대한 시너지효과를 관찰함

### ○ 진공 포장 고기 및 육류 제품의 미생물 성장 모델링

- 진공 포장 고기 및 육류 제품에서 미생물 성장을 예측하기 위해 Ye et al. (2013)은 다양한 온도조건에서 보관하는 동안 진공포장 냉장 돼지고기에서 *L. monocytogenes* 균주의 성장을 확인하기 위해 PCR 방법을 사용하여 분자 예측 모델을 개발
- 기존의 미생물학 방법과 비교하여 분자 예측 접근법을 적용하면 다른 병원균의 존재시보다 정확하게 특정 병원균의 모델을 확립할 수 있었으며 기존보다 훨씬 빠르기 때문에 시간과 노동력을 절약 할 수 있었음

## 3.3. 수정 된 대기 포장

- MAP (Modified Air Packaging)는 음식을 신선하고 최소한으로 가공 한 식품의 유통 기한을 연장하기 위해 적용되는 보존 기술 (Rao and Sachindra, 2002; Sandhya , 2010)
- 패키지 내의 공기는 제거되고 부패 미생물의 성장을 억제 할 수 있는 특정 조성의 가스로 치환되고 고품질을 유지하는데 도움을 줌
- MAP는 특히 냉장 온도에서 육류의 유효 기간을 50-400%까지 연장 할 수 있음(Rao and Sachindra, 2002)

- Zakrys et al. (2009) MAP 쇠고기 스테이크는 전통적인 트레이 포장재에 포장된 스테이크와 비교하여 부드러움과 맛이 증가했기 때문에 소비자가 선호하는 것으로 보고. MAP의 초기 상부 공간 환경은 내부 기체 조성과 습도를 추가로 조작하지 않고 저장 중에 육류와 미생물의 반응으로 인해 변할 수 있음(McMillin, 1996)
- MAP와 대조적으로 CAP (Controlled atmosphere packaging)는 가스 대기 및 습도를 지속적으로 모니터링하고 제어함으로써 패키지 내에서 동일한 환경 조건을 유지함(McMillin, 2008)
- 저온에서의 MAP은 붉은 육류의 포장, 보관 및 운송에 널리 응용되었지만 (CAP)은 청과의 포장에 더 자주 사용(Prince, 1989)

### 3.3.1. MAP에서 사용되는 각종 가스의 기능

- MAP에서 가장 일반적으로 사용되는 가스는 산소(O<sub>2</sub>), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 및 질소(N<sub>2</sub>)임
- 일산화탄소(CO)
  - 육가공품, 특히 붉은 육류에도 광범위하게 적용되지만 상대적으로 높은 비용, 각 유형의 제품 및 안전 문제에 대한 가스 혼합물의 복잡한 표준화는 적용을 제한(Farber, 1991)
  - 아르곤(Ar), 이산화황(SO<sub>2</sub>) 및 아산화 질소(nitrous oxide)와 같은 기타 가스도 육가공 포장에서 조사되었지만 잠재적인 안전 문제와 높은 비용 때문에 상업적으로 적용되지 못함(Sandhya, 2010)
- 이산화탄소
  - 멸균제로 이산화탄소를 사용하면 MAP 고기의 유통기한이 연장됨(Jayas and Jeyamkondan, 2002)
  - 이산화탄소는 세포내 pH 변화의 능력으로 인해 부패 유기체의 생성시기와 지연시기를 연장시킴으로써 호기성 미생물의 성장을 지연
  - 예) 10-20% CO<sub>2</sub>만큼 낮은 농도는 *S. aureus*, *Salmonella* spp., *E. coli*, *Y. enterocolitica* (Rao and Sachindra, 2002)와 같은 육류 내 대부분의 부패 세균의 증식을 효과적으로 억제

- 그러나 일부 MAP 적용에서 물의 CO<sub>2</sub> 용해도 (100 kPa, 20 °C에서의 1.57 g / kg)로 인해 용기 붕괴가 발생할 수 있으므로 헤드 스페이스 부피가 감소함 (Sandhya, 2010)

#### ○ 산소

- 산소는 지방 산화, 색소 산화 및 갈변 반응과 같은 식품의 일부 악화 반응을 촉진하고 가장 일반적인 부패 박테리아와 균류의 성장을 촉진 (Sandhya, 2010)
- 육류 포장에서 O<sub>2</sub>는 급속한 metmyoglobin 형성을 촉진하여 신선한 고기의 갈변을 일으킴(Egan et al., 1988)
- 따라서 대부분의 육류의 포장 대기는 낮은 농도의 잔류 산소를 유지해야 함
- 그러나 oxymyoglobin 형성을 유지하기 위해서는 O<sub>2</sub> 약 5%의 최소 농도가 필요함(Ledward, 1970)
- 또한 O<sub>2</sub>는 붉은 살코기에서 혐기성 성장 및 독소 생산의 위험을 줄일 수 있으므로 적절한 산소 수준을 선택하는 것이 MAP 고기의 고품질을 유지하는 데 중요한 요소임

#### ○ 질소

- 질소는 호기성 미생물의 성장을 저지하거나 혐기성 박테리아의 성장을 억제하지 못하는 비교적 불활성 가스
- MAP에서 물에 대한 낮은 용해도 (100kPa, 20°C에서 0.018g/kg)로 인해 충분한 N<sub>2</sub>가 (Sandhya, 2010), CO<sub>2</sub>가 용액으로 들어가고 산소가 호기성 미생물에 의해 소비됨으로써 발생하는 팽 붕괴를 방지 할 수 있음(McMillin, 2008)

#### ○ 일산화탄소

- 일산화탄소 (CO)는 저농도의 O<sub>2</sub> MAP 또는 VP에서 사용되었는데, 저농도의 CO가 포장된 붉은 고기에서 원하는 핑크-레드 색상에 기여하기 때문에 (Belcher, 2006; Zhou et al., 2010) 이는 혐기성 포장에서 CO 농도가 0.4% 이상 높아지면 카르복시 미오글로빈 형성 (붉은 색)을 유도하기 때문 (Cornforth and Hunt, 2008)

- 일부 소비자의 안전 문제와 관련하여 이 개발이 논란의 여지가 있었지만 FDA는 육류 포장에 CO 사용을 승인(US FDA, 2004), (Wilkinson et al., 2006)

#### ○ 고가의 가스들

- 헬륨 (He), 아르곤 (Ar), 크세논 (Xe) 및 네온 (Ne)의 희귀 가스는 반응성이 없기 때문에 MAP, MAP 어플리케이션에서 조사됨
- 고비용 때문에 고기 포장 분야에서 사용되는 N<sub>2</sub>에 비해 희귀 가스의 장점을 찾는 것이 어려울 것으로 보임

#### ○ MAP에서 사용되는 가스의 주요 기능

- 박테리아 성장 (CO<sub>2</sub>)을 억제하는 것
  - 호기성 억제 / 혐기성 미생물 성장 억제 (O<sub>2</sub>)
  - 육질 색 (O<sub>2</sub> 및 CO)을 유지
  - 지방의 산화 및 팩 붕괴 (N<sub>2</sub>)를 방지(Chouliara et al., 2007)
- 이러한 가스는 최적의 효과를 얻기 위해 개별적으로 또는 조합하여 적용 할 수 있음

### 3.3.2. 신선 및 가공육 용 가스 조성물 MAP

- 육류 및 육가공품의 MAP에서 가스 조성과 보관 온도는 제품의 품질과 유통 기한과 관련된 두 가지 중요한 요소
- 안정된 저온 (예 : 4°C)은 근육 조직 호흡 속도를 감소시키고 고기 표면에서 O<sub>2</sub> 용해도를 증가시킴 (McMillin, 2008)
- 온도의 변동 (예 : 0-4°C 및 4-10°C)은 4°C의 고정 온도에서의 보관과 비교하여 육류에 더 복잡한 박테리아 다양성을 유도 할 수 있으므로 피해야 함 (Zhang 외., 2012 )

#### ○ 저 O<sub>2</sub> MAP

- 호기성 미생물의 성장을 억제하고 유효 기간을 연장하기 위해 고기와 육류

제품의 MAP에 일반적으로 불활성 가스 (예 : N<sub>2</sub>) 인 높은 이산화탄소 수준 (10-80 %)이 적용됨(Kerry et al., 2006 )

- 일반적으로 약 20-30% CO<sub>2</sub>가 호기성 부패 박테리아를 예방하기에 충분 (Sørheim et al., 2004)
- 높은 O<sub>2</sub> 농도는 oxymyoglobin의 붉은 색소의 형성을 촉진하지만, 근육 지질의 산화 안정성에 부정적인 영향을 주며 산화성 찌꺼기 및 바람직하지 못한 냄새 발생을 초래 (Bingol and Ergun, 2011)
- 요리된 고기의 미생물학적, 물리적, 화학적 및 감각적 특성에 기초하여, Fernandes et al. (2014)는 100% CO<sub>2</sub>-MAP 양고기 시료가 VP 및 75% O<sub>2</sub> + 25% CO<sub>2</sub>-MAP 제품보다 안정성과 수명이 우수하다고 결론을 내렸지만 색깔면에서는 별로 좋지 않음
- 또 다른 연구는 조리된 소시지 “morcilla“(Cachaldora et al., 2013)의 저장 중에 패키지에 산소가 없는 고 CO<sub>2</sub> MAP 샘플 (60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>)이 가장 낮은 지질 산화 값을 나타냄을 관찰함
- 육류에 대한 낮은 O<sub>2</sub> MAP의 최근 연구에 대한 몇 가지 예가 표 4에 나와 있으며, 이는 가스 조건이 여러 육류 포장에 최적화 될 수 있음을 나타냄

Table 4: Some examples of recent research in low O<sub>2</sub> MAP for meat

Meat material	Low O <sub>2</sub> gas composition	Control	Storage	References
Lamb loins	100% CO <sub>2</sub>	Vacuum; 75% O <sub>2</sub> + 25% CO <sub>2</sub>	1±1#C; 28d	Fernandes et al., 2014
Long-term chilled lamb loins (vacuum-packed and stored at -1.5° C for 9 wk)	20% CO <sub>2</sub> + 80% N <sub>2</sub>	80% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub>	4° C, 7d under light	Kim et al., 2013
Cooked blood sausage	60% CO <sub>2</sub> + 40% N <sub>2</sub>	Vacuum; 15% O <sub>2</sub> + 35% N <sub>2</sub> + 50% CO <sub>2</sub> ; 60% N <sub>2</sub> + 40% CO <sub>2</sub>	4° C, 8wk	Cachaldora et al., 2013

- 낮은 O<sub>2</sub> MAP 또는 VP에서 O<sub>2</sub>가 없거나 또는 저농도는 포장된 육류 및 육가공품의 산화적 변화를 최소화해야 하나 이 기법은 일반적으로 산소 결핍 상태에 있게하여 자주색을 띄게 함(McMillin, 2008)
- 다행히 육시 미오글로빈이 육시 미오글로빈으로 바뀌어 고기가 공기 중에 O<sub>2</sub>에 노출되면 보라색 색의 고기가 됨

## ○ 높은 O<sub>2</sub> MAP

- 무산소 저장은 Clostridium 종과 같은 혐기성 박테리아의 성장 위험을 증가시키는 것으로 잘 알려져 있음(Moorhead and Bell, 1999)
- 따라서 높은 O<sub>2</sub> MAP는 25-90% O<sub>2</sub>+15-80% CO<sub>2</sub>의 헤드 스페이스가 사용되고, 70-80% O<sub>2</sub>+20-30% CO<sub>2</sub>가 가장 자주 사용되는 가스 조성물인 신선한 육류 포장용으로 제시됨( Gill, 1996; Buys et al., 2000; Eilert, 2005)
- Esmer et al. (2011)은 다진 쇠고기가 50% O<sub>2</sub>+30% CO<sub>2</sub>+20% N<sub>2</sub>의 변형된 가스 조성을 가진 MAP 하에서 14 일간의 저장에서 허용가능한 색상, 산화안정성 및 미생물 억제를 가졌다고 보고(Eilert, 2005)
- Blacha et al. (2014)은 진공 및 다른 MAP 조건 (80% N<sub>2</sub>+20% O<sub>2</sub>)에 비해 칠면조 가슴 근육 커트렛의 저장에서 색, 지질 산화 및 관능 품질에 대해 고산소 포장 (80% O<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>) 0% CO<sub>2</sub> 및 20% O<sub>2</sub>+20% CO<sub>2</sub>+60% N<sub>2</sub>). 고기 품질에 대한 높은 산소농도 (O<sub>2</sub> MAP)의 영향은 근육마다 다름
- MAP의 높은 O<sub>2</sub>는 소비자들에게 매력적인 붉은 색의 고기에 기여 (Djenane et al., 2004)
- 이러한 패키징 시스템은 myoglobin과 지질 산화 및 단백질 산화에 의한 myosin의 가교/응집으로 인해 육질에 부정적인 영향을 줄 수 있음(Kim et al., 2010)
- 따라서 이 기술은 신선한 고기를 단시간에 보관할 때 더 자주 사용

### - Myoglobin 산화

높은 O<sub>2</sub> MAP는 육시 마이오 글로빈의 붉은 색소를 유지하지만 색소산화와 궁극적으로 갈색인 metmyoglobin의 축적을 촉진할 수 있음

Lagerstedt et al. (2011)은 높은 O<sub>2</sub> MAP (80% O<sub>2</sub> 및 20% CO<sub>2</sub>)가  $\alpha$ -토코페롤 함량 및 색 안정성뿐만 아니라 부드러움, 육즙 및 고기 맛을 포함한 쇠고기 품질 매개 변수를 감소시켜 조기 갈변 및 제한된 저장 수명을 초래함을 보고

### - 지질 산화

광범위한 지질 산화는 콜레스테롤 산화 생성물 (cholesterol oxidation products, COPs)과 같은 독성 화합물을 생성. 높은 O<sub>2</sub> MAP (80% O<sub>2</sub> 및 20% CO<sub>2</sub>)와 함께 포장된 날고기 및 조리된 쇠고기에서 COP의 변화는 고산소 조건 하에서 지질 과산화율이 증가됨 (Ferioli et al., 2008)

### - 단백질 산화

부드러움과 맛은 근원섬유와 그 구성 단백질의 수분 결합 가능성과 구조적 완전성을 반영하는 신선한 고기의 중요한 품질 특성임(Puolanne and Halonen, 2010)

고기의 대부분의 물이 함유있는 근원 섬유 단백질은 아미노산 측쇄의 파괴, 펩타이드 절단 및 단백질 가교 결합과 같은 산화 과정에 특히 민감하여 수분 보수력을 감소시킴(Xiong 외., 2000)

Delles et al. (2014)은 높은 O<sub>2</sub> MAP (80% O<sub>2</sub> + 20% CO<sub>2</sub>) 시스템이 소금으로 절인 뼈없는 돼지 고기의 붉은 색을 개선하고 근육의 수화를 촉진시키지만 단백질 산화로 인한 조리시 물 보수력을 약화시킨다는 것을 발견함

### ○ CO를 함유하는 개조된 분위기 포장

- 위에서 언급한 바와 같이, 높은 O<sub>2</sub> MAP 고기는 보기좋은 붉은 색을 띠지만, 이 방법은 육류의 변색(Luño et al., 1998)과 산화 과정 (Linares et al., 2007)을 촉진
  - 이러한 단점은 CO가 근육 색소 미오글로빈에 강하게 결합하여 안정한 밝은 적색을 생성하기 때문에 포장재에 CO 가스를 넣으면 완화될 수 있음 (Krause et al., 2003)
  - 최근에 많은 고기 포장 기술은 낮은 수준 (약 0.4%)의 CO, 20-30% CO<sub>2</sub> 및 나머지 N<sub>2</sub> (Cornforth and Hunt, 2008)와 함께 혐기성 MAP을 사용
  - CO MAP는 스테이크의 붉은 색 안정성을 보관 중에 뿐만 아니라 포장을 개봉한 후에도 유지(Liu et al., 2014)
  - CO MAP가 메티오글로빈 환원 활성을 상당히 증가시키는 현상과 관련이 있으며 저장 기간 동안 상대적으로 안정한 상태를 유지. 고기 및 육가공품에 대한 CO MAP의 몇 가지 예가 <표 5>에 나옴
- 일반적으로 1 % 미만의 CO (보통 0.4%)를 함유한 혐기성 MAP은 보기좋은 붉은색 육류의 미생물 부패를 지연시킬뿐 아니라 매력적인 색을 유지할 수 있음

<Table 5> Some examples of CO MAP for meat and meat products

materials	Gas compositions	References
Loin steaks and ground meat	1% CO + 20% CO <sub>2</sub> + 9% N <sub>2</sub> +70% O <sub>2</sub> ; 1% CO + 50% CO <sub>2</sub> + 25% N <sub>2</sub> + 24% O <sub>2</sub>	Luño et al., 2000; Luño et al., 1998
Beef and pork	0.4% CO + 60% CO <sub>2</sub> + 40% N <sub>2</sub>	Sørheim et al., 1999
Fresh beef	VP was achieved by pretreatment with 5% CO MAP for 24 h or 100% CO MAP for 1 h	Jayasingh et al., 2001
Beef steak	0.4% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.6% N <sub>2</sub>	Mancini et al., 2009
Spanish Manchega breed lamb meat	0.7% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.3% N <sub>2</sub>	Linares and Vergara, 2012; Linares et al., 2008; Linares et al., 2007
Beef steaks	0.4% CO + 19.6% CO <sub>2</sub> + 80% N <sub>2</sub>	Suman et al., 2009; Suman et al., 2010
Manchega breed suckling lamb meat	0.7% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.3% N <sub>2</sub>	Bornez et al., 2010; 2009
Merino fresh lamb meat	0.4% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.6% Ar	Gutiérrez et al., 2011
Bovine muscles	0.4% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.6% N <sub>2</sub>	Liu et al., 2014
Ground beef	0.4% CO + 30% CO <sub>2</sub> + 69.6% N <sub>2</sub>	Rogers et al., 2014
Beef steaks and ground beef	0.2% CO + 60.0% CO <sub>2</sub> + 39.8% N <sub>2</sub> ; 0.2% CO + 99.8% CO <sub>2</sub> + oxygen scavengers	Venturini et al., 2014

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

○ 높은 O<sub>2</sub> MAP에 비해 CO MAP는 다음과 같은 몇 가지 이점을 제공

- 요리중 조기 갈변이 없음 (John et al., 2004)
- 약간의 뼈색 어두움(Mancini et al., 2005)
- 부드러움 증가(Lund et al., 2007b)
- 내인성 연화 효소의 지속적인 작용하도록하는 보다 긴 유효 기간 (Grobbel et al., 2007)

○ Ar을 함유하는 개조 된 분위기 포장

- 일Ar, He 및 N<sub>2</sub>O와 같은 일부 기타 가스는 유럽 연합 (EU 95/2/CE; EU, 1995)에서 육류 포장에 사용하도록 허용

- 이들 기체는 일반적으로 화학적으로 불활성이며, 크세논(Xe) > 크립톤(Kr) > 아르곤(Ar) > 네온(Ne) > 헬륨(He)의 순서로 O<sub>2</sub>의 존재 하에서도 산화 반응을 억제할 수 있음(Spencer, 1994)
- 이 가스들 중에서 Ar은 탁월한 불활성과 산화를 억제하고 미생물 성장을 지연시킬 가능성 때문에 식품의 MAP에서 가장 많이 연구
  - 예) 40% O<sub>2</sub>+30% CO<sub>2</sub>+30% Ar(Ripoll et al., 2011) 및 30% CO<sub>2</sub>+69.6% Ar+0.4% CO(Gutiérrez et al., 2011) 때로는 Ar MAP이 N<sub>2</sub>와 비교할 때 지질 산화를 효과적으로 방지하지 못했지만 양고기 고기의 자체 수명과 30% CO<sub>2</sub> + 70% Ar을 사용하여 신선한 돼지고기 소시지를 보관함(Claudia and Francisco, 2010)

### 3.3.3. MAP 포장재

- 육류 포장에 사용되는 재료는 수분 및 기체 투과성이 제한적인 차단재로 포장 내에서 비교적 일정한 환경을 유지하도록 선택 (Galić et al., 2011)
- CO<sub>2</sub>의 투과성은 대부분의 플라스틱 필름을 통해 O<sub>2</sub>보다 3~5배 높음 (Ozdemir and Floros, 2004)
- 따라서 육류 MAP용 재료는 각기 다른 제품의 목표를 달성할 수 있도록 신중하게 설계되어야 함
- MAP에서 일반적으로 사용되는 다층 포장 필름 및 트레이의 수분 및 기체 투과도는 <표 6>에 제시되어 있으며 이는 적절한 필름 제제 및 가스 조성물이 특정 육류 및 육가공품의 MAP 포장 조건을 최적화하도록 설계 될 수 있음

<Table 6> Moisture and gas permeability of packaging multilayer films and trays for meat MAP

Multilayer films	Permeability			References
	(cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d atm)		(g/m <sup>2</sup> d)	
	Oxygen	Carbon dioxide	Water vapor	
PA/PE	35	158	15	Stasiewicz et al., 2012
PA/PE	30-40		2.5	Rubio et al., 2007
PA/PE (50/100), thickness of 150 $\mu$ m,	7	150	1.5	Lauzurica et al., 2005
PA/PE, thickness of 57 $\mu$ m	47	150-190	0.9	Fernández et al., 2009
PA/PE, thickness of 90 $\mu$ m	47	150-190	7.5	Fernández et al., 2009
PA/PE, thickness of 95 $\mu$ m	50.65		1.64	Mastromatteo et al., 2011
PA/PE, thickness of 90 $\mu$ m	50		2.6	Speranza et al., 2009
EVA/PVdC, thickness of 48-62 $\mu$ m	25		1	Fernandes et al., 2014
LDPE/PA/LDPE, thickness of 75 $\mu$ m	52.2	191	2.4	Petrou et al., 2012
PET-PVdC/PE	7	20	4	Melero et al., 2012
PET-PVdC/PE, thickness of 12 $\mu$ m/70 $\mu$ m	<8		<5	Arvanitoyannis et al., 2011
OPA-EVOH/PE	5	1	15	Aksu et al., 2005
OPP/PE-EVOH-PE, thickness of 20 $\mu$ m /50 $\mu$ m	3			Bingol and Ergun, 2011
PET/PE-EVOH-PE	1.2			Gunes et al., 2011; Dogu-Baykut and Gunes, 2014
OPA/PE/EVOH/PE/PP	5			Owczarek-Fendor et al., 2014
PA-EVOH-PA/LDPE-LLDPE, thickness of 40 $\mu$ m/75 $\mu$ m	0.5	2	4	Jakobsen and Bertelsen, 2000
PE/PE/PA/EVOH/PA/LLDPE/EVA, thickness of 140 $\mu$ m	8.3			Garcia-Esteban et al., 2004
Multilayer Trays				
PE/PA	40-50		5-7	Sánchez-Escalante et al., 2001; Djenane et al., 2003b
PET/EVA-PE (92.31%/7.69%)	6.48		1.85	Leygonie et al., 2011
PE/EVOH/PS	0.99	0.55	1.69	Melero et al., 2012
PE/EVOH/PS, thickness of 2 mm	<1			Hempel et al., 2013; Murphy et al., 2013
PE/EVOH/PS	<1	<4		Zakrys-Waliwander et al., 2012

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

## ○ 육류 포장용 MAP의 개

- 일반적으로 MAP는 저장 기간 동안 육질 색을 유지하는 VP보다 우수한 기술로 간주됨(Rao and Sachindra, 2002)
- 육류 및 육가공품의 MAP에는 하나의 MAP 시스템에 장단점이 둘 다 있을 수 있다
  - 예) 낮은 O<sub>2</sub> MAP를 사용하는 신선한 고기는 전시하기 전에 상대적으로 긴 저장 수명을 가지지만 저장 중에는 좋지 않은 보라색을 띄며, MAP에서 제거 후에 불투명한 피를 형성 할 수 있음
  - 높은 O<sub>2</sub> MAP를 사용하는 신선한 고기는 적당한 붉은 색 안정성이 있지만 산화가 일어나고 요리된 고기는 빠르게 갈변할수 있음(McMillin, 2008)
  - 최근에 저장된 고기의 안전성과 품질을 향상시키기 위해 MAP에 몇 가지 새로운 기술이 개발됨

## ○ MAP과 항산화 / 항균제의 상승 효과

- 포장된 육류 및 육가공 제품에 천연 성분(산화 방지제/항균제)을 적용한 많은 연구가 성분에 의한 항산화 및 보존 효과를 입증
- 여러 종류의 MAP 중에서 산소가 많은 조건에서 고기 산화를 억제하는 방법으로 천연 O<sub>2</sub> MAP와 천연 성분의 조합이 제안됨
  - 예) carnosine (50 mM) 또는 ascorbic acid (500 ppm)만을 표면에 도포하면 높은 산소농도 (70% O<sub>2</sub> + 20% CO<sub>2</sub>+10% N<sub>2</sub>)에서 신선한 쇠고기 스테이크의 산화를 지연 시키는데 항산화 보호 효과적임(Djenane et al., 2004)
  - 비타민 C와 로즈마리 에센셜 오일 또는 타우린을 함께 사용하면 MAP 신선 쇠고기 스테이크의 유효 기간을 약 10일 연장 할 수 있음(Djenane et al., 2002; 2003a)
- Petrou et al. (2012)는 MAP 하에서 키토산과 오레가노 에센셜 오일의 조합이 미생물 변패와 지질 산화를 억제하고 신선한 닭고기의 관능적 품질을 개선한다고 보고
- 저장된 육류 품질에 관한 천연 성분과 MAP를 결합한 최근 연구의 세부 사항은 <표 7>에 나와있음
- MAP 이전에 천연 성분 처리는 육가공 표면에 분말 또는 용액, 침지 처리 또는 고기 패티에 직접 추가됨

- 흥미롭게도 MAP 하에서 육류 단백질 산화에 대한 항산화제의 보호 효과는 지질 산화 또는 육색산화와는 다를 수 있음
- 예) Lund et al. (2007a)는 산화 방지제 (로즈마리 추출물과 아스 코르 베이트/시트르산 = 1 : 1)의 첨가는 단백질의 산화를 억제하거나 지연 시키지는 않지만 붉은 육색과 지질 안정성을 보호함

#### ○ 조사와 MAP의 조합

- 최근 MAP의 저선량 조사(10kGy 이하)와의 조합은 여러 육류 제품의 유통 기한을 연장시키는 데에도 성공적으로 사용
- 감마선 조사와 MAP의 조합은 돼지 고기 소시지에서 니트로사민을 감소 시켰고 (Song et al., 2003), 고기의 안전성이 향상. Ramamoorthi et al (2009)은 CO-MAP (0.4% CO+ 20% CO<sub>2</sub>+79.6% N<sub>2</sub>)가 쇠고기의 좋은 육색 품질을 유지할 수 있는 반면 1.5 또는 2.0kGy의 조사와 결합하에서는 부패 미생물 관찰됨
- 방사선 조사 (3 kGy)가 있는 MAP (3% O<sub>2</sub>+50% CO<sub>2</sub>+47% N<sub>2</sub>)는 4°C 저장 온도에서 21 일 동안 조리 가능한 조미료의 높은 제품 품질과 안전성을 유지한다고 보고(Gunes et al., 2011)

#### ○ 용해성 가스 안정화

- 조사 처리 외에도 다른 보존 방법을 MAP와 결합하여 고 CO<sub>2</sub> 분압에서 용해성 가스 안정화(SGS)와 같은 제품 품질 및 안전성을 향상시킬 수 있음 (Rosnes et al., 2003)
- SGS 접근법은 고 CO<sub>2</sub> 포장 이전에 1-3 시간 동안 육류 제품에 용해되는 충분한 양의 이산화탄소가 포장 붕괴를 방지하고 제품 품질을 손상시키지 않으면서 방부 효과를 향상(Sivertsvik, 2000; Jensen, 2005; Al -Nehlawi et al., 2013)
- 소규모 SGS 처리는 어류, 다른 해산물 및 가금류의 MAP 포장에 사용되어 왔으며 (Al-Nehlawi et al., 2013), 붉은 육 MAP에 대한 유망한 방법이 될 수 있음

<Table 7> Some recent studies on combining natural ingredients with MAP for meat and meat product packaging

with MAP	Natural ingredients	Advantage	References
Beef patties packaged under 70% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> + 10% N <sub>2</sub>	Ascorbic acid (500 ppm), taurine (50 mM), carnosine (50 mM), rosemary powder (1000 ppm) and their combinations	Inhibited oxidation of both lipid and myoglobin.	Sánchez-Escalante et al., 2001
Beef muscles packaged under 70% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> + 10% N <sub>2</sub> at 1±1°C, 29 d	Sprayed on the surface with vitamin C (500 ppm), taurine (50 mM), rosemary (1000 ppm) and vitamin E (100 ppm), or in combination	Extended the shelf life of fresh beef steaks by about 10 days; delayed myoglobin oxidation and lipid oxidation.	Djenane et al., 2002
Beef steaks packaged under 60% O <sub>2</sub> + 40% CO <sub>2</sub>	Treated with 1.5% lactic acid alone or antioxidants (0.1% rosemary extract and 0.05% ascorbic acid)	Extended the shelf-life.	Djenane et al., 2003b
Fresh beef steaks packaged under 70% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> + 10% N <sub>2</sub>	Sprayed with 2% ml/g carnosine (50mM) and carnitine (50mM), L-ascorbic acid (VC, 500ppm)	Provided the antioxidative protection against lipid and color deterioration.	Djenane et al., 2004
Minced beef patties packaged under 100% N <sub>2</sub> and 80% O <sub>2</sub> + 20% N <sub>2</sub>	Rosemary extract and ascorbate/citrate (1:1)	Inhibited oxidation of both lipid and myoglobin; no antioxidant effect was observed in 100% N <sub>2</sub> packaging.	Lund et al., 2007a
Beef patties packaged under 70% O <sub>2</sub> + 30% CO <sub>2</sub>	Added 500 ppm phenol-rich white grape extract	Inhibited oxidation of lipid and myoglobin.	Jongberg et al., 2011
Fresh lamb meat packaged under 80% CO <sub>2</sub> + 20% N <sub>2</sub>	0.1% thyme essential oil and 0.1% oregano essential oils	Product shelf life was extended by 7-8 days.	Karabagias et al., 2011
Sausages packaged under 5% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> + 75% N <sub>2</sub>	Antimicrobial compounds extracted from lemon alkott and thymol, 500ppm	Extended the shelf life of thymol-MAP samples is more than 5 days.	Mastromatteo et al., 2011

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

### ○ 모델링

- 품질 및 미생물의 변화를 기반으로 MAP 고기의 유통 기한을 예측하는 것은 육류 공급망의 제품 품질 저하를 측정하고 모니터링하는 데 유용
- Limbo et al. (2010)는 다양한 온도에서 높은 O<sub>2</sub> MAP (30% CO<sub>2</sub> 및 70 % O<sub>2</sub>)하에 저장된 다진 쇠고기의 유통 기한 예측 모델을 개발
- 상이한 제품 (예 : 신선 또는 가공 고기)과 목표 유효 기간 (예 : 단시간 또는 장시간 보관) (Hertog et al., 2003)에 근거하여 MAP에 대한 다른 모델을 설정할 수 있다고 제안

### 3.3.4. 열 성형 필름, 진공 포장 및 MAP을 이용한 고기 포장의 특허

#### ○ 고기 포장용 열 성형 필름에 대한 특허

- 최근에는 가스 배리어 및 기계적 특성이 개선된 포장재로서 다층 플라스틱 필름의 개발에 많은 특허가 등록됨
- 육류 및 육가공품의 포장 및 포장을 위한 5층 이중축방향 수축튜브형 필름은 Grund 등이 개발(2001)
  - 이 다층 필름은 밀봉실링강도가 우수하고 천공에 대한 저항성이 우수하다는 특징
- Ikemoto와 Tsubouchi (2005)는 높은 산소 차단성 (산소 투과도는 150 ml/m<sup>2</sup>.day.MPa 이하)의 지방족 폴리 아미드 수지 (40-78%), 크실릴렌 폴리아미드 수지 (0-40%) 및 폴리아미드 엘라스토머 수지 (2-20 %)의 복합체로 열 수축 필름을 개발
  - 산소가 포장재에 스며들도록하여 육류 제품이 산소 요구량을 증가시켜 소비자가 원하는 붉은 색을 낼 수있게 하는 또 다른 산소 투과성 필름, 내부 산소 투과성 필름 및 외부 가스 불투과성 필름을 포함하는 트윈 리드 텅 필름이 Roveda 및 Capitani (2006)에 의해 발명. 이 필름은 고기 변색이 방지되는 고산소 MAP에 사용될 수 있음
- 육가공 포장을 위한 열성형 필름에 대한 다른 특허에는 내연 무성 필름 (Porter et al., 2003), 누액 방지 기능 (Roberge and Fredette, 2009), 자기 용접 가능한 최외층 필름 (Ogiue and Hanai, 2006), 각 구성 요소마다 다른 산소 배리어 특성을 가짐(Mize, 2005) 또한, 일부 향상된 특성을 갖는 단일층 중합체 필름이 또한 특허에 제시됨
- 교차 결합된 폴리비닐 피롤리돈과 폴리아미드수지의 혼합물로 구성된 유사한 기능의 다른 필름은 Mori와 Arai (2004)에 의해 발명됨
  - 이 필름은 적당한 수증기 투과성과 산소 불투과성을 가지며 육류 제품의 포장 및 흡연에도 적합

#### ○ 육류 가공용 진공포장의 특허

- 고기 포장의 VP에 관한 최근의 특허는 주로 고속 진공 포장 (Haruo and Toshio, 2006) 및 저 산소 환경에서 고기 제품을 포장하기 위한 시스템 및 방법 (Hornsby and Trost, 2003)을 포함한 새로운 포장 방법에 중점

- 또 다른 경향은 대나무 잎 조각 또는 대나무 잎 가루 (항산화 및 항균 화합물 포함)의 전처리와 같은 육질 및 안전성을 향상시키기 위해 진공포장에게 사전 전처리를 적용한 것(Lee, 2005)

#### ○ 육류 포장의 MAP에 관한 특허

- 진공포장의 경우와 마찬가지로 육류에 대한 MAP에 대한 일부 특허는 천연 식물 추출물의 전처리를 활용
- Sandusky et al. (2001)는 높은 O<sub>2</sub> MAP (>40% O<sub>2</sub>) 이전에 고기에 Labiatae 식물 추출물을 사용하여 신선한 육질 색상 수명을 연장하는 방법을 발명
- 충분한 양의 아질산염을 함유한 천연 식물 성분은 신선한 육제품의 색을 개선하기 위해 낮은 O<sub>2</sub> MAP에서도 사용됨(Baublits and Sawyer, 2010)
- 높은 산소 함량, 낮은 일산화탄소, 적절한 양의 이산화탄소 및 일부 고가의 가스를 사용하는 것과 같은 가스 조성의 최적화는 육류 MAP의 특허소스가 됨
- 최근에는 40-80 vol% Ar, 20-40 vol.% CO<sub>2</sub> 및 남은 N<sub>2</sub>를 사용하는 매우 높은 Ar 농도의 MAP가 신선한 고기 또는 소세지를 포장하기 위해 Laimer (2011)에 의해 발명됨
- 이 기술은 현저하게 개선된 육질 (예 : 맛, 맛, 색, 신선도 및 안정성) 및 저장기간의 연장의 결과를 보임
- VP 필름과 MAP 육류 포장의 열성형 필름에 대한 일부 새로운 특허는 이 방법을 VP 필름에 이산화탄소 제거제 (Ebner and Stockley, 2006)와 미오글로빈 블룸화제 (예 : 산화 질소 영양 화합물, 질소 헤테로 사이클 또는 일산화 질소 제공 화합물)을 첨가하여 육질의 색품질을 향상(Siegel and Nelson, 2010)

## 4. 고기 포장의 혁신 전망

- 전통적인 포장의 기본 기능은 외부 환경의 악화 영향에 대한 제품 보호, 마케팅 도구로서의 소비자와의 소통, 소비자에게보다 편리하고 시간을 절약 할 수 있는 편의성 제공, 다양한 제품 크기와 모양으로 구분됨(Robertson, 1993)
- 그러나 방부제의 감소, 규제 요건의 강화, 시장 세계화, 식품 안전에 대한 우려, 식품 생화학 테러 위협에 대한 소비자 요구에 부응하여 기능이 강화된 혁신적인 포장재가 끊임없이 추구(Yam, Takhistov, Miltz, 2005)
- 액티브 패키징, 지능형 패키징, 식용 코팅/필름 및 생분해 성 포장 및 나노 기술은 식품 포장 업계에서 최근의 주요 혁신으로 유통 수명 연장, 식품 안정성 및 품질 향상, 자연 환경 보호에 기여

### 4.1. 고기 포장용 액티브 포장

- 능동 포장은 포장된 식품의 품질을 유지하면서 제품과 그 환경이 상호 작용하여 식품의 미생물 안전성을 보장하고 유통 기한을 연장시킬 수 있는 혁신적인 포장 시스템/기술(Ahvenainen, 2003)
- 미국에서 “능동 포장“이란 용어는 일반적으로 패키지 내의 환경을 제어하기 위해 내부 환경과 상호 작용하는 동안 외부 조건에 대한 장벽을 만들어 식품이 오염이나 분해로부터 보호하는 모든 포장 시스템을 의미(Ettinger, 2002)
  - 능동 포장은 포장 식품에 영향을 미치기위한 것
- 유럽 연합의 Commission Regulation No 450/2009 (EU, 2009) 지침에 따르면 활성 포장재는 외부 영향에 대한 보호 장벽을 제공하는 것 외에도 추가 기능을 갖춘 식품 포장 유형임
- 포장재는 식품 또는 식품을 둘러싼 포장 내의 환경으로부터 식품 관련 화학 물질을 흡수한 것
- 보존제, 항산화제 및 향료와 같은 식품 주변의 환경 또는 물질로 물질을 방출. “방출 활성 물질 및 완제품“은 포장 된 식품 또는 식품을 둘러싼 환경의 내부 또는 내부로 물질을 방출하는 구성 요소를 신중하게 통합하도록 고안된 것
- “방출된 활성 물질“은 포장된 식품 또는 식품을 둘러싼 환경에서 활성 물질 및 제품을 방출하고 식품의 목적을 달성하기 위해 배출되는 물질(EU, 2009)

〈Table 8〉 Purpose, method, type and function of active packaging

Function of active packaging	
Method	Add active compounds (gas scavengers, release agents, antimicrobial and antioxidant agents)
Purpose	Retain food quality, extend shelf-life, and ensure food safety
Types	Antimicrobial releasing, moisture absorbing, O <sub>2</sub> scavenging, CO <sub>2</sub> scavenging/releasing, ethylene scavenging/releasing
Advantage	Extend shelf-life, ensure food safety
Disadvantage	Potential migration of active compounds into food that may lead food quality and safety concern

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

- 〈표 8〉은 활성 포장의 목적, 방법, 유형 및 기능을 요약
- 신선육 및 육류 제품에 대한 활성 포장 시스템의 활용에 대한 종합적인 검토는 Kerry et al. (2006), Coma (2008), Sun and Holley (2012), Realini and Marcos (2014)가 있음
- 육류 및 육류 제품에 적용되는 가장 중요한 활성 포장 시스템은 산화 방지제 및 항균 포장재, 이산화탄소 배출기 및 산소제거제임
- 육류 및 육류 제품에 대한 중요한 활성 포장 시스템에 대한 개요가 발표되고, 상업적 응용 사례의 예가 제시되고 육류 및 육가공품에 대한 능동 포장의 연구 동향 및 혁신이 나타남

#### 4.1.1. 항균 활성 포장

- 항균 활성 포장은 육류가 미생물의 성장에 탁월한 영양소를 제공하기 때문에 활성 포장에서 가장 중요한 개념 중 하나
- 박테리아, 효모 및 곰팡이 및 병원성 미생물, 특히 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. perfringens*, *C. botulinum* 및 *E. coli* O157 : H7을 포함한 부패성 미생물은 육제품의 품질 저하를 일으키는 주요요인이며, 육류의 식품 안전 문제의 중심(Jayasena and Jo, 2013). 항균 활성 포장을 사용하는 목적은 유통 기한을 연장시키고 육류 및 육가공품의 식품 안전을 보장하는 것임
- Cooksey (2001)와 Coma (2008)에 따른 항균 포장의 세 가지 기본 카테고리
  - 추가 저장 중에 휘발성 생체 활성 물질이 방출되는 패키지에 연결된 담체/

패드에 항균성 물질을 넣는 것

- 항균제의 포장 필름으로의 직접적인 혼입
  - 항균제의 담체 역할을 하는 매트릭스 코팅으로 코팅하여 헤드 스페이스 (휘발성 물질)에서의 증발 또는 식품(비 휘발성 첨가제)으로의 이동을 통해 식품 표면에 방출 될 수 있음
- 유럽 연합 집행위원회 지침 450/2009 (EU, 2009)에 따르면 식품 접촉 재료의 항균성 물질의 기능에 따라 3 가지 주요 항균 활성 포장재가 있음
- 공정 항균제는 가공할 재료 또는 제제를 생산, 저장 또는 취급 과정에서 미생물 오염이 없는 최종 식품 접촉 재료 (예 : 프리폴리머 용액)로 유지함
  - 식품 접촉 재료의 제조시 구성 요소로 사용되지만 식품 접촉 재료 자체에 존재하지는 않음
  - 최종 식품 접촉 재료에 항균 기능이 없으므로 식품 접촉 재료는 처리 된 제품으로 간주 될 수 없음
    - 표면 항균제는 음식 접촉 재료의 표면을 미생물 오염으로부터 보호함 (예 : 냉장고, 도마, 가스켓, 컨베이어 벨트, 보관 용기의 내부 표면에 사용)
    - 그러나 항균제는 식품이나 그 환경으로 옮겨지는 것이 아니며 식품에 기술적 인 영향을 미치지 않음
    - 방부제는 식품에 기술적 효과를 줌
    - 이들은 미생물에 의한 악화 및 / 또는 병원성 미생물의 번식으로부터 보호하기 위해 식품의 유통 기한을 연장시키는 물질로 정의됨
    - 이들의 기능은 미생물로 인한 악화로 부터 식품을 보호하고 /하거나 병원성 미생물의 성장을 방지함으로써 자립을 연장하는 것
    - 방부제를 의도적으로 혼합하여 식품으로 방출시키는 포장용도는 활성 물질 또는 물품으로 간주됨
    - 항균제는 음식물에 기술적 기능을 갖는 방출 된 활성 물질로 공인 된 식품 방부제 인 경우 사용할 수 있음
  - Appendinia와 Hotchkiss (2002)는 또한 항균 활성 포장재가 다음과 같은 여러 형태를 취할 수 있다고 언급
    - 패키지에 휘발성 항균제가 함유 된 포대 또는 패드 추가
    - 휘발성 및 비 휘발성 항균제를 폴리머에 직접 첨가

- 폴리머 표면에 항균제 코팅 또는 흡착
  - 이온 결합 또는 공유 결합으로 폴리머에 항균제 고정
  - 본질적으로 항균성 인 중합체의 사용.
- 에탄올, 이산화탄소, 은 이온, 이산화 염소, 항생제, 박테리오파지, 유기산, 정유 및 향신료를 포함한 많은 항균제가 식품의 미생물 성장을 억제하기 위한 목적으로 시험(Zhao et al., 2013)
- Arvanitoyannis와 Stratakos (2012)는 쇠고기 스테이크와 조리된 전체 또는 슬라이스 햄을 포함한 육류 및 육류 제품의 물리적 및 감능적 특성에 대한 항균 활성 포장의 효과에 대한 이전 연구를 요약한 결과 항균 활성 포장 연구 중 식물 추출물 (로즈마리 추출물), 펩타이드 및 나이 신이 항균제로 사용
- 최근에는 육류 및 육류 제품의 천연 항균제로서 에센셜 오일이 주목을 받고 있음
- Jayasena와 Jo (2013)는 주요 에센셜 오일의 성분을 보고하고 그 작용 방식에 대해 논의했으며 육류 및 육가공 제품에 첨가했을 때 에센셜오일 또는 그 성분의 항균 활성을 시험하는 연구를 요약함
- carvacrol, eugenol, thymol과 같은 페놀 화합물은 세포막의 침투성을 증가시키고 세포 구성 성분의 손실을 초래하는 에센셜오일의 항균 활성을 담당하는 주성분이라고 결론
  - 에센셜 오일의 강렬한 향은 부분적으로 적용을 제한했으며, 이는 에센셜오일을 나노 에멀전으로 캡슐화함으로써 극복 할 수 있음
  - 여러 회사가 육류 및 육가공 제품 포장에 적용 할 수있는 다양한 항균 포장을 상품화함<표 9>

〈Table 9〉 Examples of commercially available antimicrobial active packaging

Product and manufacturer	Active compounds	Description
Aglon™, Agion Technologies	Silver zeolite	Films, paperboard cartons, wraps
Bactiblock®, NanoBioMaters, Spain	Silver	Masterbatch
Bioka, Bioka Ltd., Finland	Glucose oxydase	Sachets
Biomaster®, Addmaster Ltd., UK	Silver	Masterbatch
Biomaster®, Lincac Packaging Ltd., USA	Silver	Trays and films
d2p®, Symphony Environmental Ltd., UK	Silver	Trays and films
Ethicap™, Freund, Japan	Ethanol vapor emitting	Sachets
Food-touch®, Microbeguard Co., USA	Liner/cover, interleavers, papers, wraps	
IonPure®, Solid Spot LLC, USA	Silver	Masterbatch
Irgaguard®, BASF, USA	Silver	Masterbatch
Microban, Microban Prod., UK	Tricolsan	Plastic packaging
Microgarde™ and Microsphere™, Bernard Technologies, USA	Chlorine dioxide	Sachets, films, wraps
Novaron®, Toagosei, Japan	Silver	Films, paperboard cartons, wraps
Negamold Oitech, Nippon Kayalan, Japan	Ethanol vapor emitting	Sachets
Sanic Films, Nanopack Technology & Packaging, Spain	Mineral components such as essential trace elements	Interleavers, films
Sanico®, Laboratories STANDA	Natamycine	Antifungal coating
Surfacine®, Surfacine Development Co. LLC., USA	Silver	Masterbatch
Uvasy™, Grapetek, South Africa	Sulfur dioxide	Laminated sheets and pads
WasaOuro, Lintec Corp., Japan	Allyl isothiocyanate	Sheets
Wasaouro®, Mitsubishi-Kagaku Foods Co., Japan	Allyl isothiocyanate	Antibacterial and antifungal sheets, labels, and films
Wasapower™, Sekisui Plastics Co., Ltd., Japan	Wasabi extract encapsulated in cyclodextrin	Coated PEF and tablets
Zeomic™, Sinanen Co., Ltd., Japan	Silver	Films, paperboard cartons, wraps

Source: Modified from Coma (2008), Realini and Marcos (2014), and Sung et al. (2013).

인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

- 육류 및 육류 제품에 항균 활성 포장을 효과적으로 적용하려면 효과적인 전달 방법 및 항균 물질을 선택하고 포장된 제품의 관능적 특성에 미치는 영향을 최소화하는 것이 중요
- 에센셜오일은 미생물에 대한 활성은 있지만, 강렬한 향기로 인한 부정적인 관능적 작용은 적용을 제한하기에 나노 에멀전에 에센셜오일을 캡슐화하고 허들 기술 (MAP, 나이신, EDTA 및 리소자임과 결합된 공정)의 일부로 에센셜오일을 사용하여 미생물의 안정성과 육류 및 육류 제품의 관능적 품질을 향상시키는 것과 같은 신기술이 사용되고 있음
- Realini와 Marcos (2014)는 항균 포장 솔루션 개발에 광범위한 연구가 진행되었지만 이러한 유형의 활성 포장은 상업적으로 성공한 경우가 제한적. 활성 항균 포장 시스템의 상업화를 위한 주된 제약은 여전히 해결되어야 할 규제 및 기술 제한이 있음
- 시장에 항균 포장 솔루션을 성공적으로 구현하려면 포장 산업과 함께 작업하는 다양한 분야 (식품, 미생물 및 재료 과학)의 연구자가 참여하는 종합적인 접근이 필요

#### 4.1.2. 항산화 활성 포장 (산소 제거 포장)

- 육류 포장에 존재하는 높은 수준의 산소는 미생물 성장, 지질 산화, 맛이 떨어진 것과 냄새, 색 변화 및 영양 손실을 촉진 할 수 있음
- 지질 산화는 불쾌한 냄새의 발생뿐만 아니라 독성 알데히드의 잠재적 형성 및 다가 불포화 지방산 (PUFA) 분해로 인한 영양 품질의 손실 (Gomez-Estaca et al., 2014)
- 따라서 고기 포장의 산소 수준을 조절하는 것은 이러한 열화 및 부패 반응의 속도를 제한하는 데 중요
- 산화 방지 활성 포장재는 제품의 품질을 향상시키고 산소 수준을 조절함으로써 육류 및 육가공 품의 저장 수명을 연장시키는 수단으로 사용될 수 있음
- Gomez-Estaca et al. (2014)는 항산화 활성 포장 시스템의 진보에 대해 매우 포괄적인 검토를 하였으며, 2가지로 분류

▪ 독립적 인 산화 방지 장치

- 식품에서 분리되어 기존의 '수동'패키지에 추가 된 산소 포착자를 함유 한 사세, 패드 또는 라벨과 같은 독립 장치
  - 철 및 산화철 미세 분말은 ascorbic acid, sulphites, catechol, ligand 및 포도당 산화 효소와 같은 효소가 활용 되기는 하지만 가장 일반적인 산소 제거제임(Brody et al., 2008)
  - 청소부가 조기에 작동하지 않도록 특수 메커니즘으로 청소 반응을 유발할 수 있음
  - 예) 철계 제거제는 산소 제거를 활성화시키기 위해 습한 조건이 필요(Lopez Rubio et al., 2004)
  - Brody et al. (2001, 2008), Rooney (2005)와 Suppakul et al. (2003)은 산소 소거 패키지의 용도와 적용에 대한 광범위한 검토를 제공
- <표 10> 상업적으로 이용 가능한 O<sub>2</sub>-스캐빈저의 일부

<Table 10> Commercially available O<sub>2</sub>-scavengers packaging materials for food applications

Product and manufacturer	Description
ActiTUFTM, M&G Finanziaria s.r.l., Alessandria, Italy	Barrier resins
Aegis HFX Resin and OXCE Resin, Honeywell International Inc., USA	Barrier nylon resin
Ageless G, Mitsubishi Gas Chemical, Japan	Sachets
Amosorb®, Amosorb SolO <sub>2</sub> , ColorMatrix Group Inc., USA	Resin
ATCO®, Laboratories STANDA	Label
Bioka Oxygen Absorber Sachets, Film Laminate, Bioka Ltd., Kantvik, Finland	Sachets
CeloxTM, Grace Darex Packaging Technologies, USA	Closure sealant, masterbatch
Cryovac®, OS Film Sealed Air Corporation, USA	Film
Desi Pak®, Sorb-It®, Tri-Sorb®, Getter Pak®,	Sorb, pak,

2-in-1 Pak®, Süd-Chemie AG, Munich, Germany	
Enzyme-based, Bioka Ltd., Kantvik, Finland	Film
Label Cryovac®, OS2000 Sealed Air Corporation, USA	Film
Verifrais, SARL Codimer, France	Sachets
FreshPax®, Multisorb Technologies, Inc., USA	Sachets
O2S®, Bericap GmbH und Co. KG, Germany	Caps, closures
O-Buster®, Hsiao Sung Non-Oxygen Chemical Co., Ltd., Taiwan	Sachets
OMAC®, Mitsubishi Gas Chemical Inc., Japan	Film suitable for high temperature
Oxbar®, Constar International Inc., Plymouth, USA	Resin
OxyGuard®, Clariant Ltd., Switzerland	Sachets
OxyCatch®, Kyodo Printing Co., Ltd., Japan	Sachets
OxyRx®, Mullinix Packages Inc., USA	Container suitable for high temperature
Shelfplus® O2, Albis Plastic GmbH	Masterbatch
Tri Sorb, Tri Shield, Tri Sorb EVA, Tri Shield EVA blue, EVA Tri-Seal, Tekni-Plex, Belgium	Sorb, shield, tri-seal
ATOX, Artibal SA, Spain	Film coating with antioxidant

Source: Modified from Kerry et al. (2006) and Pereira De Abreu et al. (2012).

재인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

#### ▪ 항산화 포장재

- 이 방법에서 활성제는 포장재 필름 또는 용기의 벽에 혼입되어 머리 공간에서 바람직하지 않은 화합물을 흡수하거나 식품이나 주변의 머리 부분에 항산화 물질을 방출함으로써 작용을 발휘. 제조 방법은 중합체의 유형 및 산

- 화 방지제의 특성, 특히 내열성 및 작용 메카니즘을 고려하여 선택됨
- 물질의 항산화 제 활성이 식품으로의 이동 과정을 기반으로 하는 경우, 방출되는 물질은 허용 된 식품 첨가물이어야 하며 최대 허용 농도와 관련하여 적절한 규정을 준수해야함
  - 기술적으로, 약제 (또는 약제를 생성하는 반응성 물질)는 1) 적당한 용매에 둘 다 용해시킨 후 코팅 기술을 사용하여 기판에 용액을 도포하거나, 2) 고분자 용융 및 압출 기술을 사용하여 용융물에 첨가제를 혼입시키고 혼합하는 것, 또는 3) 필름 표면에 항산화 제를 고정시키는 것 (Gomez-Estaca et al., 2014)
- Sanches-Silva et al. (2014)는 이미 활성 포장에 적용된 천연 항산화 물질을 검토하고 천연 항산화 물질과 혼합/혼합된 필름 (합성, 생분해 성 및 식용 필름)의 매우 포괄적인 목록을 제공
  - 항산화 활성 포장에서 가장 최근의 기여는 토코페롤, varvacrol, 정유, 식물 및 과일 추출물 (예 : 녹차 추출물, 자몽 종자 추출물)을 포함한 천연 항산화 물질의 사용
  - Barbosa-Pereira et al. (2014)은 또한 항산화 활성 포장의 현재 추세는 포장에서의 합성 첨가물의 사용을 감소시키고 천연 항산화 물질, 특히 토코페롤에 의한 대체를 줄이는 것이라고 주장함
  - Realini와 Marcos (2014)는 산화 방지 활성 포장재에 대해 매우 좋은 발언을 했음 “이것은 육류 및 육류 제품의 유통 기한을 연장하는 데 유망한 기술이며 연구 및 혁신을 통해 상당한 진전이 있었음에도 불구하고 개발 기술이며 현재 연구는 초기 단계입니다.“
  - 티안 (Tian) 등 (2013)은 포장 재료에 첨가 된 후에도 보존 된 항산화 제 활성 및 안정성에 대한 엄격한 평가를 포함하여 항산화 활성 포장에 대한 앞으로의 연구 및 각 식품의 특성에 특히주의를 기울여야하는 도전 과제 및 핵심 영역을 강조
  - 적합한 활성제 및 적용법, 포장재에서 활성 물질의 이동도 고려해야함
  - Lee (2014)는 항산화제 방출 동력학을 지질 산화 동력학과 일치시킴으로써 항산화 포장 시스템의 최대 효과가 달성 될 수 있다고 지적함
  - 확산의 수학적 모델은 항산화 물질의 식품 시스템으로의 방출 프로파일을 예측하는 유용한 도구가 될 수 있음(Piringer, 2000)

### 4.1.3. 이산화탄소 방출/생성 포장

- 이산화탄소는 호기성 박테리아 및 곰팡이에 대한 억제 활성뿐만 아니라 항균 효과를 직접적으로 나타내어 미생물 성장의 로그 단계에서 지연 기간과 생성 시간을 증가하므로 이산화탄소 생성 시스템은 산소 소거에 보완적인 기술로 볼 수 있음(Suppakul et al., 2003)
- 육류 및 가공류 보존 분야의 대부분의 응용 분야에서 높은 수준의 미생물 성장을 억제하기 때문에 높은 CO<sub>2</sub> 수준 (10-80%)이 바람직하며 저장 수명을 연장시킴(Vermeiren et al., 1999, Kerry et al., 2006)
- CO<sub>2</sub>의 저해 작용은 다른 미생물에 다른 영향을 미치게 됨
  - Pseudomonas와 같은 호기성 박테리아는 중등도 내지 고 수준의 CO<sub>2</sub> (10-20%)에 의해 저해 될 수 있지만, 유산균은 CO<sub>2</sub>에 의해 자극
  - C. perfringens, C. botulinum 및 L. monocytogenes와 같은 병원균은 50% 이하의 CO<sub>2</sub> 수준에 의해 최소한으로 영향을 받음
  - 성장률의 감소가 관찰 되더라도 고농축의 CO<sub>2</sub> 농도를 갖는 C. botulinum 독소의 더 높은 생산이 보고 (Lovenklev et al., 2004)
- 포대와 흡수 패드의 형태로 통합된 근육 식품에 적용된 이산화탄소 배출기의 상업적 예는 이전에 발표되고 논의됨(Coma, 2008; Kerry et al., 2006; Realini and Marcos, 2014)
  - 이산화탄소 배출기는 최적의 MAP과 비교하여 가스 대체품 부피 비율을 줄임으로써 포장 헤드 스페이스를 줄일 수 있음
  - 수산화칼슘과 수산화 나트륨 또는 수산화 칼륨, 산화 칼슘 및 실리카 겔로 구성된 이산화탄소 흡수제 (사체)는 포장 중에 파열되는 것을 방지하기 위해 저장 중에 과량의 이산화탄소를 제거하는 데 사용될 수 있음
- <표 11>은 상업용 CO<sub>2</sub> 배출기 및 발전기 중 일부
  - 예) Verifrais™ (Codimer, France) 또는 이산화탄소 생성기/O<sub>2</sub> scavenger Ageless G (Mitsubishi Gas Chemical Co., 일본)와 FreshPax M (Multisorb Technologies Inc., 미국)은 신선한 상태의 저장 수명을 연장하기 위해 사용
  - 이러한 방출/소거 시스템은 탄산 철 또는 아스코르빈산과 중탄산 나트륨의 혼합물에 기초. CO<sub>2</sub>@FreshPads (CO<sub>2</sub> Technologies, USA)는 육류, 가공류 및 해산물 포장에 사용됨

- 근육식품에서 유출되는 손실은 패드에 흡수되어 패드에 존재하는 시트르산과 중탄산 나트륨과 반응하여 이산화탄소가 생성(Kerry et al., 2006)
  - Paper Pak Industries (CA, USA)는 더 발전된 CO2 발생기 버전인 UltraZap® XtendaPak 패드를 출시
  - 이 제품은 신선한 고기, 가금류 및 생선을 위한 흡수 패드로 설계되었으며 CO2 방출기와 항균 물질이 결합되어 이중 항균 효과를 나타냄 (Paper Pak Industries, 2014)
  - 보고된 시스템의 장점은 수명 연장, 운송량 감소, 환경영향 감소 및 팽창 또는 진공 효과가 없음을 의미
- Chen-and-Brody (2013)는 활성 포장 시스템의 사용에 관한 최근의 연구가 바로 먹을 수 있는 육가공품의 미생물 품질을 통제하기 위해 실시
- 조리된 햄 시료는 나일론/EVOH/폴리에틸렌 산소 차단백과 항균 필름 (CSP Technologies, 3 상 Activ-Polymer® 기술, US Patent 7,005,459)을 포함한 세 가지 항균 포장 시스템에 포장하여 CO2를 생성하거나 알릴이소 티오시아네이트 또는 소기 O2. 알리이소티오시아네이트 생성기는 항균 효과가 제한적 이었지만 O2포집이나 CO2발생기를 이용한 포장 구조는 박테리아 개체군, 특히 리스테리아를 억제하는 것으로 나타남

<Table 11> Some commercial CO2 emitters

Product and manufacturer	Description
Ageless G, Mitsubishi Gas Chemical, Japan	Sachets
CO2® Fresh Pads, CO2 Technologies, USA	Pads
Freshpax, Multisorb Technologies, USA	Sachets
Freshlock, Multisorb Technologies, USA	Sachets
Standa, France	Gel into sachets in contact with the food
Superfresh, Vartdal Plastindustri AS	Box system with CO2 emitter
UltraZap® Xtenda Pak pads, Paper Pak Industries, Canada	CO2 emitter and antimicrobial pad
Verifraise package, SARL Codimer, France	Sachets containing sodium bicarbonate/ascorbate

Source: Modified from Coma (2008), Realini and Marcos (2014), and Kerry et al. (2006).

재인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

#### 4.1.4. 고기와 육 제품을 위한 능동 포장의 최근 특허

○ 육류 및 육류 제품의 활성 포장과 관련하여 기술 발명은 주로 지질 산화를 방지하고 부패 및 병원성 미생물의 성장을 제어하기 위한 항산화 및 항균 개념에 중점을 두고 육류 및 육가공 품 포장재에 대한 최근 발명품 중 일부 (2001-2014)가 수록

##### ○ 육류 및 육류 제품 용 항균 활성 포장

- Duncan and Robert (2001)은 에센셜오일 (리날로올, 튜피닐, 유제놀, 티몰, 시트랄 또는 카르바크롤) 또는 4-하이드록시 벤조산의 에스테르의 항균제를 함유한 시트 재료 기재를 포함하는 육제품 포장을 발명
- 고기 제품 포장은 상점이나 다른 식품점에 배달되기 전에 제품을 포장하거나 가정용으로 사용할 수 있음
- Evans et al. (2003)는 고기 안전과 품질을 유지하기 위해 육류를 제어하기 위해 산을 포함하도록 포장 시스템을 설계
- Zhou et al. (2012)는 필름 원료로 폴리비닐 아세테이트 (PVA)와 폴리락트산 (PLA)을 사용하고 천연 항균제가 함유된 서방형 마이크로 캡슐을 사용하여 냉장육용 활성 포장 필름을 설계
  - 항균제는 마이크로 캡슐에서 서서히 방출되고, 필름 내에서 이동하고, 결국 냉각된 고기의 표면에 도달하여 항균 및 신선 유지 효과를 달성
- Ortolani et al. (2013)은 폴리에틸렌의 제 2 층 (또는 생분해 성 최종 퇴비 플라스틱 재료)에 결합된 제 1 종이 층과 임의의 제 3 금속 층을 포함하는 포장재를 개발
  - 이 시스템은 음식과 접촉하거나 접촉하는 제 2 층의 표면에 천연 추출물 또는 에센셜오일 또는 적어도 하나의 활성 분자 (Rosmarinus officinalis 또는 Citrus limon 또는 Vitis vinifera 또는 Vitis vinifera로부터 격리 됨)를 특징으로 한 혼합물)이 적용
  - 이 물질은 생물학적 아민의 잠재적인 건강 위험 화합물의 개발을 억제하기 위해 육류 나 생선을 포장하는데 특히 적합
- Guarda et al. (2014)는 또한 폴리머 구조의 천연 항균제를 함유 한 필름 용 3 층 동시 압출 시스템을 발명
  - 냉장 또는 냉동 고기의 유통 기한을 늘리는 패키지를 위해 고안

- Burnett et al. (2014)는 즉시 먹을 수 있는 고기에 항균 조성물을 사용하는 방법을 발명
  - 항균 조성물은 육류 제품에 직접 적용되고 육제품은 포장되고 밀봉

#### ○ 육류 및 육류 제품 용 항산화 활성 포장

- Ebner et al. (2006)은 이소프탈산 또는 테레프탈산 단량체 및 유도체로부터 유도된 탈산 소화 화합물의 향낭을 개발
- 향주머니는 말린 고기, 햄, 소시지, 돼지고기 또는 육포를 산화로부터 보호. Cascao-Pereira et al. (2008)은 산화 방지제를 함유 한 층과 산화 방지제가 스며 들지 않는 외부 장벽 층이 가방에서 바깥쪽으로 이동하는 것을 방지하는 공 압출 다층 필름을 만드는 기술에 대한 특허를 취득
  - 이 공 압출 다층 필름은 에센셜오일과 같은 휘발성 항산화 물질의 보존을 증가시켜 육류의 저장 수명을 산화 및 산화성 악취에 영향을 받기 쉽도록 개선
- Holst et al. (2012)는 신선육 제품, 용액 및 저 산소 포장을 포함하는 처리 신선육 제품 패키지를 발명
  - 이 솔루션에는 처리 된 신선한 육류 제품을 만들기 위해 신선한 육 제품에 주입되는 아질산나트륨 또는 질산나트륨 공급원이 포함
- Slinde and Egelandsdal (2014)은 조리되지 않은 육질을 처리하여 색 안정성을 향상시키고 낫기의 발병을 줄이는 방법을 제시함
  - 상기 방법은 비 숙성 고기를 숙시네이트 및 하나 이상의 글루타메이트, 말리 에이트, 시트 레이트, 이소 시트르산, 아코니테이트 및 피루 베이트로 이루어진 조성물과 활성 성분으로 접촉시키는 것을 포함

#### ○ 우수한 붉은 고기 색을 얻기위한 액티브 포장

- 신선한 고기의 붉은 색을 보존하기 위한 여러 가지 발명품이 특허됨
  - 미오글로빈 블룸 화제 (Siegel and Nelson)를 포함하는 포장 필름의 식품 접촉층을 통해 고기의 바람직한 외관을 촉진하거나 보존하기위한 미오글로빈 블루밍제를 포함하는 방법 2012a)
  - 필름의 한면에 함유되거나 도포된 질소함유화합물의 유효량을 포함하고 식품 포장 용기 내에 보유된 고기와 접촉하도록 설계된 필름은 신선한 고기의

시각적 외관을 향상(Siegel and Nelson, 2012b)

- 소매 컷을 다수의 제품으로 포장하여 미오글로빈 함유 신선한 고기를 유통 또는 상업화하는 방법은 각각의 제품은 중합체 산소 차단 필름 상기 신선한 육제품의 적어도 일부분과 접촉하는 투명한 부분을 가지며 상기 포장 된 물품을 소매 출구로 운반하는 단계를 포함하고, 상기 포장 된 물품은 상기 중합체 필름을 제거하지 않고 소매 전시 및 판매하도록 되어 있고, 바람직한 적색 (Siegel et al, 2013)
- 포장 시스템의 식품 접촉 층이 육식의 바람직한 외관을 촉진 또는 보존하는 미오글로빈 블루밍 제 및 시너지 제를 포함하는 식품 포장 시스템 및 식품 포장 방법 (myoglobin blooming agent) 및 상승 작용제 (synergist)를 포함 (Siegel et al., 2014)

## 4.2. 고기 산업에있는 지적인 포장

- 유럽에서 “지능형 식품 접촉 재료 및 물품“의 법적 정의는 “포장 식품 또는 식품을 둘러싼 환경의 상태를 모니터링하는 자료 및 기사“(The Commission of the European Communities, 2004)
- 대조적으로 지능형 패키징에 대한 학계의 정의는 “지능형 기능 (예 : 감지, 감지, 기록, 추적, 통신 및 적용)을 수행 할 수있는 패키징 시스템 인 Yam, Takhistov, & Miltz (2005) 유효성을 높이고, 안전성을, 품질을 향상시키고, 정보를 제공하고, 가능한 문제에 대해 경고하기 위한 의사 결정을 용이하게 하기 위해 “ 식품의 안전성과 품질을 개선하여 유통기한을 연장하기 위한 패키지의 상태를 적극적으로 바꾸는 “능동적“포장재와 비교할 때 “지능형“포장재는 포장재의 수명을 연장 할 수 있음(Vermeiren, Devlieghere, van Beest, de Kruijf, Debevere, 1999)
- 제품의 내부/외부 환경을 감지하고 인간(예 : 소비자)과 소통하기에 지능형 포장은 식품의 품질/안전 상태를 모니터링하고 소비자 또는 식품 제조업체에 조기 경보를 제공할 수 있는 반면 능동 포장은 항균제 또는 항산화제의 방출과 같은 일부 조치를 취하는 포장
- 지능형 패키징은 십년 전에 패키지 장치 및 컴퓨터 네트워크가 비싸고 제한되어 있기 때문에 상업적으로 실현 가능한 개념이 아니었지만 현재 사용 가능한보다 강력하고 저렴한 정보 기술로 이 기술이 번성 할 수있는 유리한 환경을 조성(Yam, Takhistov , & Miltz, 2005)

<Table 12> Examples of smart devices used in intelligent packaging and their principle of operation (Modified from Hurme, Sipiläinen-Malm, Ahvenainen, & Nielsen, 2002)

Smart devices	Principle/reagents	Information given	Application
Barcodes	Symbology	Product and manufacturer information	Product identification, facilitating inventory control, stock reordering, and checkout
Radio frequency identification tags	Radio waves	Product and manufacturer information	Product identification, supply chain management, asset tracking, security control
Time-temperature indicators	Mechanical, chemical, enzymatic, microbiological	Storage conditions	Foods stored under chilled and frozen conditions
Gas indicators	Redox dyes, pH dyes, enzymes	Storage conditions, package leak	Foods stored in packages with required gas composition
Freshness indicators (e.g. Microbial growth)	pH dyes; Dyes reacting with (non-) volatile metabolites	Microbial quality of food (i.e. spoilage)	Perishable foods such as meat, fish and poultry
Pathogen indicators	Various chemical and immunochemical methods reacting with toxins	Specific pathogenic bacteria such as <i>E. coli</i> O157	Perishable foods such as meat, fish and poultry

Source: Modified from Coma (2008), Realini and Marcos (2014), and Kerry et al. (2006).

재인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

- 제지능형 패키징 시스템은 포장 된 식품의 기능 및 특성에 관한 정보를 수집, 저장 및 전송할 수 있는 작고 저렴한 라벨 또는 태그 인 스마트 장치를 포함
- 육류 및 육가공 품의 지능형 포장에 가장 일반적으로 사용되는 스마트 장치 <표 12>

#### 4.2.1. 바코드

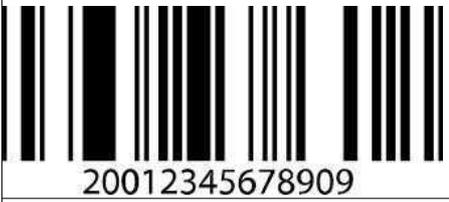
- 바코드는 부착 된 대상과 관련된 광학 기계 판독 가능 기호
- UPC(Universal Product Code)
  - 최초 상용화 된 바코드는 1970 년대에 도입 된 UPC (Universal Product

Code)로 현재 재고 관리, 재고 재주문 및 체크 아웃을 용이하게하는 식료품 점에 편재되어 있음(Manthou and Vlachopoulou 2001)

- UPC 바코드는 제조업체 식별 번호 및 품목 번호 (Yam, Takhistov, & Miltz, 2005)와 같이 제한된 정보가 포함 된 12 자리의 데이터를 나타 내기위한 막대 및 공백 패턴으로 구성된 선형 기호<그림 1>

○ RSS (Reduced Space Symbology)

- RSS (Reduced Space Symbology), 2 차원 (예 : PDF 417, 아즈텍 코드), 복합 기호 (2 차원 바코드를 결합한 것)와 같은 새로운 바코드 제품군은 더 작은 공간에서 더 많은 데이터를 인코딩해야한다는 요구에 부응하기 위해 UPC와 같은 선형 바코드가있는 PDF 417) 및 GS1 데이터 바 패밀리 (Uniform Code Council, 2014) <그림 2>
- 식품 포장 일자, 배치 / 로트 번호, 포장 중량, 영양 정보, 조리 지침 및 식품 제조업체의 웹 사이트 주소는 바코드로 인코딩 할 수 있으며 스마트폰에서도 읽을 수 있음
- 소매 업체와 소비자 모두에게 큰 편의를 제공하며 바코드는 식품의 기원을 확인하는 데에도 좋은 장치이며 육류 및 육가공 제품 포장에 널리 사용되고 호주에서는 거의 모든 육류 및 육가공 제품이 바코드와 함께 판매

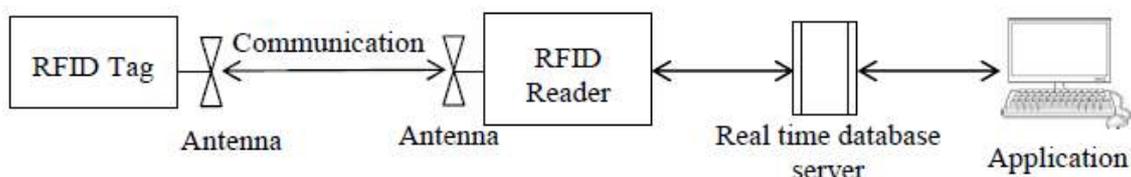
Examples	Name
	UPC barcode
	RSS barcode
	PDF 417 barcode
	Aztec code



<Figure 2> Some examples of barcodes

#### 4.2.2. 무선 주파수 식별 (RFID) 태그

- RFID 기술은 전자 정보 기반 지능형 패키징의 한 형태로 바코드와 비교할 때 RFID 태그는 상당히 큰 데이터 저장 용량 (최고급 RFID 태그의 경우 최대 1MB), 비접촉식, 비선형 (non-line-of) 실시간 데이터를 수집 할 수있는 능력을 갖추고 있으며, 신속하고 자동으로 여러 제품을 식별 할 수 있도록 비금속 재료에 침투 할 수 있음(Mennecke & Townsend, 2005)
- 그럼에도 불구하고, RFID 태그는 바코드의 대체품으로 간주되지 않음
  - 그 이유는 주로 상대적으로 높은 비용과보다 강력한 전자 정보 네트워크가 필요하기 때문
  - RFID와 바코드 데이터 캐리어는 상황에 따라 단독으로 또는 조합하여 계속 사용될 것으로 예상 (Yam, Takhistov, & Miltz, 2005)



<Figure 3> basic RFID system

- 기본 RFID 시스템에서, RFID 태그는 고유 번호 또는 영숫자 시퀀스를 갖는

작은 트랜스 폰더 및 안테나를 포함함

- 리더는 전파를 방출하여 RFID 태그에서 데이터를 수집 한 다음 데이터를 분석 및 의사 결정을 위해 실시간 데이터베이스 서버를 통해 호스트 컴퓨터 (로컬 네트워크 또는 인터넷에 더 연결할 수 있음)로 전달(Want 2004) <그림 3>
- RFID 태그는 수동 태그와 능동 태그로 분류
  - 패시브 태그는 배터리가없고 판독기가 공급하는 에너지로 구동되는 반면 액티브 태그는 마이크로 칩의 회로에 전원을 공급하고 판독기에 신호를 보내기 위해 자체 배터리를 보유
  - 보다 비싼 액티브 태그는 50 미터 이상의 판독 범위를 가지며, 덜 비싼 수동 태그는 최대 5 미터의 판독 범위
  - 실제 판독 범위는 작동 빈도, 판독기의 전력 및 금속 물체로부터 발생할 수 있는 간섭과 같은 요소에 따라 다름(Yam, Takhistov, & Miltz, 2005)
  - 저주파 (~ 125 kHz) 태그는 저렴하고 전력 소모가 적으며 비금속 물체에 더 잘 침투 할 수 있음
    - 이 태그는 육류 제품과 함께 사용하기에 특히 적합
    - 태그가 육류 자체에 의해 가려져있어 수분 함량이 높은 물체를 근거리 스캐닝에 이상적(Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006)
  - RFID 기술은 약 50 년 동안 이용 가능했지만, 고기 포장에 대한 광범위한 응용은 최근에야 시작(Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006)
  - Wal-Mart, 7-Eleven 및 Marks & Spencers와 같은 대기업들이이 기술을 채택함에 따라 RFID의 비용은 급격히 감소
  - 이 글을 쓰는 시점에서 수동 태그는 주문한 양에 따라 30 ¢에서 1 ¢ 사이의 가격이 책정(익명 2014a)
  - 기술이 진정으로 경쟁력을 갖기 위해서는 태그의 가격이 5 ¢ 또는 1 ¢ 미만이어야한다고 추정(Want, 2004; Mennecke & Townsend, 2005)
  - 일부 태그는 수천 번 재 프로그래밍 될 수 있기 때문에 태그가 읽히고 쓰여질 때마다의 비용은 1 ¢ 미만(익명 2014a)
  - RFID 태그는 추적 성, 재고 관리, 노동 비용 절감, 보안 및 품질 및 안전 증진 (Mousavi, Sarhavi, Lenk, & Fawcett, 2002) 등 고기 생산, 유통 및 소매

체인에 여러 가지 잠재적인 이점을 제공

- 예를 들어, 캐나다 쇠고기 생산자인 Atlantic Beef Products (ABP)는 쇠고기를 추적하기 위해 RFID 칩이 내장된 후크를 사용하여 시설전체에서 처리 (Swedberg, 2006)
- 이 시스템에는 Psion Teklogix의 7035 핸드 헬드 RFID 리더기와 바코드 스캐너, Syscan International 고정 리더기와 134.2kHz RFID 태그 내장 후크, 판독기 데이터를 ABP의 데이터베이스에 통합하는 Merit-Trax 소프트웨어가 포함
- 이 기술은 캐나다 식품 검사 청 (Food Inspection Agency)에 공장의 도축된 소의 위치에 대한 정보를 제공 할뿐만 아니라 어떤 동물이 식물을 떠나는 지에 대한 전자 기록을 유지함

#### 4.2.3. 시간 - 온도 표시기

- 시간 온도 표시기 또는 적분기 (TTI)는 운송 용기 또는 개별 소비자 패키지에 부착 된 간단하고 저렴한 장치로 정의
- 이 장치는 식품의 전체 또는 부분 온도 이력을 반영하여 측정 가능한 시간 - 온도에 따른 변화를 나타낼 수 있음(Taoukis & Labuza, 1989)
- TTI 3 가지 유형
  - 임계 온도 표시기 (기준 온도 위 또는 아래에 노출 표시)
  - 부분 내역 표시기 (제품 품질 또는 안전성을 변경시키는 데 충분한 온도에 제품이 노출되었음을 나타냄)
  - 전체 이력 표시기 (제품 이력 전반에 걸쳐 온도에 따른 지속적인 반응) (Singh 2000).
- TTI의 기본 작동 원리는 고온 하에서 식품의 기계적, 화학적, 전기 화학적, 효소적 또는 미생물학적 변화에 대한 가시적이고 비가역적인 반응(Taoukis & Labuza 2003, Smolander, Alakomi, Ritvanen, Vainionpaa, & Ahvenainen, 2004, Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006)
  - 이 반응이 실시간 온도 기록에 해당하는 정도는 지시계의 유형과 작동의 물리 화학적 원리에 달려 있다.
- 예) Vitsab Checkpoint® TTI 라벨은 지질 기질의 효소 가수 분해가 조절된

결과로 인한 색상 변화를 기반

- TTI는 효소와 기질 미니 파우치 사이의 쉘을 깨기 위해 “창“에 완만한 압력을 가함으로써 활성화 됨
- 좋은 혼합은 “창<그림 4>에서 균일 한 녹색 색상으로 인식
- 점이 녹색이면 포장 된 식품이 완벽한 운송 및 보관 조건하에 있음을 나타냄. 도트가 노란색에서 밝은 주황색이면 시간/온도 노출에 의해 제품이 손상되지 않음



〈Figure 4〉 Colour changes of a Vitsab CheckPoint® TTI label ([http://vitsab.com/?page\\_id=2099](http://vitsab.com/?page_id=2099), access on 10 December 2014, with permission)

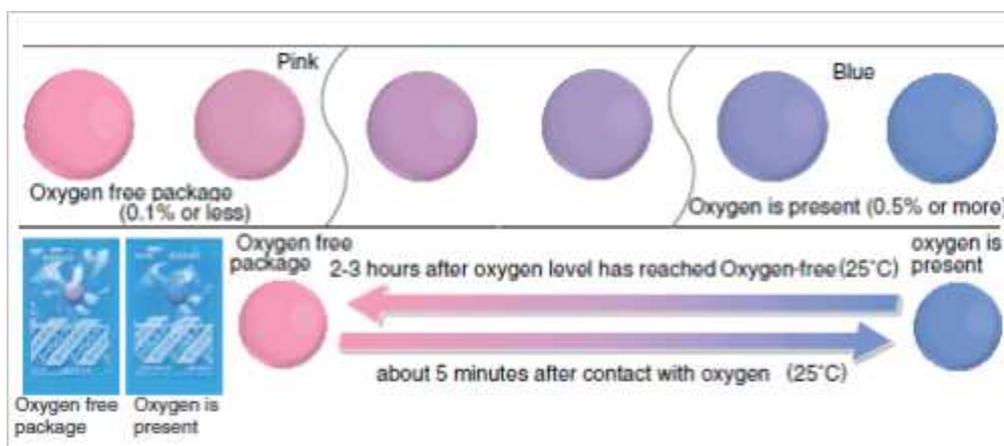
- 현재 3M TM MonitorMark TM, 3M TM Freeze Watch TM, CheckPoint, Coldmark, ColdSNAP 온도 기록계, Fresh-Check®, HeatWatch, Log-ICM, Monitor Mark TM, OnVu TM 및 OnVu Ice 등의 TTI가 있다. ShockWatch, ThermRF 태그, ThermRF Logger, ThermRF Tag, Timestrip®, VarioSens® 및 WarmMark Time-Temp 태그가 있음
- 그들의 작동 원리 및 성능은 제품 제조업체의 공식 웹 사이트를 통해 쉽게 확인할 수 있음
- TTI는 바코드 또는 RFID 태그와 통합되어 식품의 다른 제품 정보와 함께 보다 편리하고 강력한 시간 - 온도 기록을 제공 할 수 있음(Anonymous 2014)
- 2007 년 Chill-On으로 알려진 E.U. 프로젝트는 RFID와 함께 온도 센서를 사용하는 공급망 비용을 낮추기 위해 TTI를 RFID 트랜스 폰더에 연결하는 전자 부품을 설계 (Wessel, 2007)
- 이 시스템은 일반적으로 트럭이나 선박의 안쪽에 설치된 RFID 리더기를 포함

- 식품 패키지(예:쇠고기)의 RFID 태그는 일정한 간격으로 온도 정보를 기록하고 GSM 및 인터넷을 통해 데이터 및 태그의 고유 ID를 물류 파트너가 실행하는 데이터베이스로 전송한 다음 식품의 남은 수명을 시간 및 온도 정보에 기초하여 계산될 수 있어서 TTI는 냉동 유통망, 미생물 안전 및 품질을 모니터링하기 위해 육류 및 육가공 제품 포장에 사용할 수 있음

#### 4.2.4. 가스 지시계

- 식품 포장 후 식품의 활성, 포장 성질 및 / 또는 신선 농산물의 호흡, 부패 미생물에 의한 가스 발생 또는 가스 전달과 같은 환경 조건의 결과로 포장 내의 기체 조성이 자주 변경됨
- 포장재 또는 포장재 누출 (Yam, Takhistov, & Miltz, 2005) 가스 표시기는 포장재 형태의 소형 장치로 가스 조성의 변화에 반응하는 포장 필름에 인쇄되어 포장 된 식품의 품질, 안전성 및 무결성을 모니터링하고 일반적으로, 가스 표시기는 또한 가스 조성 변화를 반영하기 위해 색상 변경을 유도
  - 산소 지시약은 산소가 산화성 썩음, 색 변화 및 미생물 손상을 일으킬 수 있기 때문에 식품 포장 용도의 가장 일반적인 가스 표시기
  - 예) Mitsubishi Gas Chemical Company는 산소 농도가 0.5 % 이상일 때 Ageless Eye® 산소 지시약을 용기 내부에 삽입하여 분홍색에서 파란색으로 변함<그림 5> 산소 표시기의 또 다른 응용은 피자과 쇠고기 (Ahvenainen, Eilamo & Hurme, 1997; Smiddy, Papkovsky, & Kerry, 2002)를 포함한 변형된 대기 포장 (MAP) 식품의 부적절한 밀봉 및 품질 저하를 탐지하는 것

<Figure 5> Ageless Eye® oxygen indicator (<http://www.mgc.co.jp/eng/products/abc/ageless/eye.html>, access on 10 December 2014, with permission)



- 이산화탄소, 수증기, 에탄올, 황화수소 및 기타 가스에 대한 가스 지표도 보고됨
  - 예) 저장 및 분배 과정에서 김치 제품의 발효 정도를 측정하기 위해 수산화칼슘(이산화탄소 흡수제)과 산화 환원 지시약(redox indicator dye)으로 구성된 이산화탄소 지시약이 개발 (Hong & Park, 2000)
  - 육류 및 육가공 품의 MAP 포장에 적용
  - 이산화탄소 지표는 MAP 패키지 (Ahvenainen and Hurme, 1997) 내에 원하는 농도의 이산화탄소를 표시하기 위해 사용 되었기 때문에 잘못 포장 된 제품을 즉시 재포장 할 수 있으며 파괴적이고 노동 집약적이며 시간 소모적인 작업이 필요하지 않음(Han, Ho, & Rodrigues, 2005)

#### 4.2.5. 신선도 표시기

- 위에서 언급 한 지표 중 시간 온도 표시기와 가스 표시기는 온도 오용과 가스 변경 / 패키지 누출을 각각 나타내고 포장 된 육가공 품의 품질 관리에 있어 실제 손상이나 신선도의 부족을 나타내는 지표가 더 이상적 (Smolander, 2003)
  - 신선도 표시기는 포장 된 제품의 신선도 저하 또는 손실을 직접적으로 나타내는 장치(Pereira de Abreu, Cruz, & Paseiro Losada, 2012)
  - 신선도 지표의 개발은 육류 제품의 유형, 부패 균종, 포장 유형 및 저장 조건과 관련된 대사산물을 나타내는 품질에 대한 확립 된 지식을 기반으로 함
  - Smolander (2003)에 의해 검토 된 바와 같이 주요 신선도를 나타내는 품질 표시 대사산물 또는 화학 물질은 포도당, 유기산 (예 : 젖산), 에탄올, 휘발성 질소 화합물, 생체 아민 (티라미민, 카다빈, 퓨트레신, 히스타민) 이산화탄소, ATP 분해 제품 및 황산 화합물. 신선도 표시기의 대부분은 손상되는 동안 이러한 대사산물 또는 화학 물질의 존재로 인해 색상이 바뀜
  - 다양한 신선도 지표가 기술되어짐(Smolander 2003; Han, Ho, & Rodrigues, 2005; Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006)
    - 고기 포장 산업에서 가장 많이 사용되는 것은 미생물 성장 결과로 생성된 이산화탄소의 형성을 모니터링하는 pH 염료(예 : bromothymol blue)(Holte, 1993)
    - 이산화탄소 상승은 pH 염료와 반응하여 색을 변화

- 동일한 목적을 위해 제안된 다른 pH 염료는 크실레놀 블루, 브로모 크레졸 퍼플, 브로모 크레졸그린, 크레졸 레드, 페놀 레드, 메틸 레드 및 알리자린임 (Horan 2000)
- 포도당 센서 기반 육류 신선도 지표는 고기 표면의 포도당 수준이 성장하는 동안 미생물에 의한 이용을 통해 감소된다는 원칙을 사용하여 Kress-Rogers (1993)에 의해 발명되었습니다. 황화수소는 여러 박테리아 종에 의해 육류 및 육류 제품이 손상되는 동안 생산. 육류 신선도 지시약은 황화수소가 미오글로빈을 결합하여 녹색 안료인 황화 미오신 (Smolander, Hurme, Latva-Kala, Luoma, Alakomi, & Ahvenainen, 2002)을 형성 할 수 있다는 개념에 기초하여 개발.

#### 4.2.6. 병원체 지시약 및 바이오 센서

- 고기 및 육류 제품의 병원성 미생물에 의한 오염을 탐지하기 위한 지표는 식품의 부패에 대응하는 위에 논의 된 시스템 외에도 개발
- 이러한 병원체 지표는 병원체에 의해 유발 된 생화학 반응에 관한 정보를 검출, 기록 및 전송하는 소형 분석 장치 인 바이오 센서(Yam, Takhistov, Miltz, 2005)
  - 이 장치는 표적 분석 물을 인식하는 생물 수용체와 생화학 적신호를 정량화 가능한 전기적 반응으로 변환하는 변환기로 구성
- 이 병원체 표시기/센서는 또한 식품 패키지에서 색상을 변경하여 소비자/ 소매 업체에 음식을 소비해서는 안된다고 경고
- 대장균 O157 장 독소의 검출을 위한 특정 센서는 Quan and Stevens (1998)에 의해 개발
  - 센서는 교차중합 된 폴리디 아세틸렌 분자로 구성되어 독소와 결합하여 포장 필름의 색상이 파란색에서 빨간색으로 바뀜(Smolander, 2000)
  - Toxin Alert (캐나다 온타리오)에서 개발 한 Toxin Guard™은 폴리에틸렌 기반 플라스틱 포장재 (Bodenhamer 2000)에 항체가 도입 된 생화학적 센서로 구성된 또 다른 병원체 지표
  - 이 시스템은 Salmonella sp., Campylobacter sp., E. coli 및 Listeria sp.와 같은 병원균을 검출
  - 이 장치는 살충제 및 유전자 변형 마커 (Pereira de Abreu, Cruz, & Paseiro

Losada, 2012)와 같은 화학 물질도 탐지

#### 4.2.7. 지능형 포장의 특허

- 지난 10 년 동안 지능형 패키징 분야에서 새로운 특허 등록을 통해 상당한 혁신적인 아이디어를 얻음
- 이들 지시기 및 센서 모두의 기본 작동 원리는 TTI의 작동 원리, 즉 상이한 패키징 조건하에서의 식품의 기계적, 화학적, 전기 화학적, 효소적 또는 미생물학적 변화의 가시적인 비가역적 반응과 유사. 이러한 장치의 Mnay는 육류 포장에 사용할 수 있는 가능성이 있음
  - 미생물에 근거한 시간 - 온도 표시기는 *L. casei* sp. (pH 7.4) 때 pH 염료 (0.1% bromocresol green+0.2% methyl red ethanol solution)가 변하는 개념으로 Lu, Jia 및 Cai (2011) Rhamnosus GG는 적절한 온도에서 배지에서 자람
  - 리파아제 반응 확산에 기초한 TTI도 동일한 그룹에 의해 발명됨(Lu, Cai, & Zheng, 2011)
- De La Puerta, Gutierrez, & Sanchez (2010)는 미생물 증식의 가시화를 위한 비색계 시약으로 바닐린을 사용한 새로운 스마트 패키징을 발명
  - 식품 포장재의 산소 가스 농도를 측정하기 위해 나노 TiO<sub>2</sub> 분말을 준비하여 포장 필름에 전자 공여체, 산화 환원 염료 및 고분자를 혼합함(Liu, Xie, Zhou, Yang, & Li, 2013)
  - MAP 육제품에서 냉장 보관 중에 산소 수준을 모니터링하는 데 사용할 수 있는 잠재력이 있음
- RFID 시스템과 마찬가지로 Georgescu, Cobianu, & Dumitru (2008)는 전자 모듈, 표면탄성파 (SAW) ID, 다양한 수동 SAW 센서 및 인쇄 안테나를 포함한 음향 파 장치를 사용하는 지능형 패키징 시스템을 발명
  - 이 향상된 시스템의 장점은 운송, 보관 및 공급망 전반에 걸쳐 포장 내용의 다양한 물리적 및 화학적 매개 변수를 모니터링 할 수 있음
  - 최근에는 스마트 폰으로인지 가능한 인터넷 기반 지능형 패키징이 큰 관심
  - 포장 된 식품 (Wang, Xu, Jiang, & Liu, 2013)의 정보 (제품 출처, 제조 일자 등)를 해독 한 그래픽, 선 및 문자를 포함하는 2D 바코드가 설계

- 소비자는 스마트 폰을 사용하여 바코드를 스캔하여 제품의 세부 정보에 액세스 할 수 있고 흥미롭게도 Zhai (2010)는 음성 광고 지능형 포장을 발명.

#### 4.3. 육가공 산업에서의 식용 코팅 및 필름 및 생분해 성 포장

- 식용 코팅 또는 필름은 단백질, 다당류 및 지질로 구성된 식용 물질로 제조된 연속 매트릭스로 정의
  - 식용 코팅은 필름에 적용되거나 식품에 직접 적용되는 반면 필름은 독립적 구조
  - 이러한 코팅 및 필름은 수분, 가스 및 용질 전달의 장벽으로 기능하여 전반적인 식품 품질을 개선하고 유통 기한을 연장하기 위해 식품 표면 또는 식품 내 여러 부분 사이의 얇은 층임
  - 식품의 안정성, 안정성, 감각 및 영양 특성을 향상시키기 위해 항균제, 항산화제, 향료 및 영양소와 같은 기능성 식품 물질을 통합하는 데 사용할 수 있음(Lin and Zhao, 2007; Silva-Weiss et al. 2013)
- 육류 및 육류 제품과 관련하여 식용 코팅제와 필름은 수분 및 가스 전달 속도를 줄이는 데 도움이 될 뿐만 아니라 항생제 및 항산화제를 병합하여 병원성 및 부패성 유기체의 오염과 성장을 방지함으로써 지연을 방지 할 수 있음
- 지질 산화. 이러한 방식으로 식용 코팅 및 필름은 품질, 미생물 안전성을 보장하고 육류 및 육가공 품의 저장 수명을 연장하는 데 도움을 줄 수 있음
- Khan et al. (2013)은 최근 육류, 가금류 및 해산물에 대한 다 성분 식용 코팅 시스템뿐만 아니라 다양한 유형의 지질, 다당류 및 단백질 기반 식용 코팅의 적용을 검토하고 육류 및 육류 제품에 대한 식용 코팅의 잠재적 이점을 요약
  - 습기 차단 성이 좋은 식용 코팅은 수분 손실 문제를 완화하는 데 도움
  - 식용 코팅제는 주스에 담아서 물방울을 방지하고 제품 설명을 향상 시키며 트레이 바닥에 흡수 패드를 놓을 필요가 없음
  - 혐기성 조건을 생성 할 정도로 낮지는 않지만 낮은 산소 투과성의 식용 코팅제를 사용하면 산도의 지방 분해 및 미토글로빈 산화 속도를 줄임
  - 식용 코팅은 부패 및 병원성 미생물의 부하를 줄이고 코팅 된 고기의 표면에서 열화 된 단백질 분해 효소를 부분적으로 비활성화

- 식용 코팅제는 휘발성 향미 화합물의 손실을 제어하고 외국 냄새를 예방
  - 항산화 제 및 / 또는 항균제가 함유 된 식용 코팅제는 육류 표면의 직접적인 처리에 사용되어 고기의 썩기 및 변색을 지연시키고 미생물 부하를 감소
  - 반죽, 빵칠 및 튀김을 하기 전에 육류 조각의 표면에 적용된 식용 코팅제는 튀김 중 오일 섭취를 줄임으로써 제품의 영양가를 향상
- 생물 기반 포장재는 주로 매년 재생 소스에서 파생 된 재료로 정의
- 이 정의는 종이 기반 물질을 배제하는데, 비록 분명히 생물학적인 것이지만, 일반적으로 나무의 갱신 시간은 25-65 년 (Robertson, 2013; Robertson, 2014)이기 때문
  - 환경 문제와 석유 비용이 증가함에 따라 생분해 성 포장재를 식별하고 플라스틱 생분해성을 만드는 혁신적인 방법을 찾는 요구가 커지고 있음
  - 다른 기능성 화합물을 함유하거나 함유하지 않은 여러 생분해 성 포장재가 육류와 제품을 포장하는데 사용되어옴(Kuorwel et al., 2011; Sung et al., 2013; Lim and Wan Rosli, 2014; Muppalla et al., 2014)
- 많은 출판물이 식용 코팅 및 필름을 만들기위한 재료 및 제제에 대해 논의 해옴(Lin and Zhao, 2007; Vargas 외, 2008; Khan 외, 2013; Maftoonazad 외, 2013, Silva-Weiss, Sánchez-Ortega et al., 2014)
- 폴리사카라이드, 단백질 및 지질과 같은 바이오 폴리머는 단독으로 또는 조합하여 코팅 및 필름, 기본 물질의 물리적 및 화학적 특성을 형성하며, 생성된 필름 및 코팅의 기능성에 크게 영향 미침
  - 재료의 선택은 일반적으로 수용성, 친수성 및 소수성, 코팅 및 필름으로의 용이한 형성, 감각 특성 및 표적화된 용도에 기초함
  - 키토산과 같은 일부 코팅 재료는 항균 및 항산화 기능이 있어 코팅 및 필름 형성 재료로서 더욱 매력적임
  - 글리세롤 및 솔비톨과 같은 가소제와 아세트산 또는 젖산과 같은 산성 성분은 코팅이나 필름 유연성을 개선하고 pH를 조절하기 위해 제형에 첨가 (Duan and Zhao, 2010)
- 다당류 기반의 식용 필름 및 코팅제
- 셀룰로오스 및 그 유도체, 전분, 키토산 및 펙틴과 같은 다당류는 식용 코팅 및 필름을 제조하는 데 일반적으로 사용되어옴

- 다당류 기재 코팅 및 필름은 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>에 대한 우수한 장벽을 제공하지만 친수성으로 인해 수증기에 대한 열악한 장벽을 제공(Vargas et al., 2008)

#### ○ 키토산 및 유도체

- 몇 가지 천연 양이온 성 다당류 중 하나 인 키토산은 키틴의 N- 탈 아세틸화 유도체
- 키토산 기반 코팅 및 필름은 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>에 대한 선택적 투과성 및 우수한 기계적 성질을 지니지만 높은 수증기 투과성을 가짐
- 키토산은 양전하를 띤 구조가 음으로 하전된 미생물 세포막과 상호 작용하여 단백질과 같은 세포 성분의 누출을 유도하기 때문에 다양한 박테리아와 곰팡이의 성장을 직접 억제(Devlieghere et al., 2004; Jung et al., 2013)
- 키토산은 자유 디칼을 제거하거나 금속 이온을 킬레이트 할 수 있음
- 키토산의 수산기 (OH)와 아미노기 (NH<sub>2</sub>)는 항산화 작용에 중요한 역할(Jung and Zhao, 2012)
- 키토산은 필름 또는 코팅으로 성형할 때, 키토산 중합체 구조에서 아미노 그룹 및 하이드 록실 그룹의 고밀도 존재로 인해, 영양제, 항산화 제 및 항균제와 같은 다른 기능성 물질을 효과적으로 운반 할 수 있음(Park et al ., 2004)

○ Elsabee and Abdou (2013)는 식용 코팅 및 식품 보호용 필름으로 키토산과 다른 천연 중합체 (예 : 전분, 에센셜 오일 및 점토)와의 혼합물에 대한 포괄적인 리뷰를 최근 제공

- 필름의 기계적 거동 및 기체 및 수증기 투과성에 대해서도 논의
- 이 필름의 항균 작용과 식품 보호에 미치는 영향을 다루는 참고 문헌을 살펴봄

#### ○ 전분 및 그 유도체

- 전분은 풍부한 양, 생분해성, 광범위한 기능성 및 비교적 낮은 비용 때문에 식용 코팅 및 필름 제조에 일반적으로 사용
- 전분 필름은 종종 투명한 반투명, 무취, 무미 무색이며 우수한 기계적 성질과 낮은 상대 습도에서 O<sub>2</sub>에 대한 낮은 투과성을 가짐

## ○ 펙틴

- 식물에서 발견되는 구조적 다당류의 복잡한 그룹 인 Pectin은 주로 메틸 에스테르화 정도가 다른 D- 갈락투론산 중합체로 구성
- 수성 배지에 용해되면, 펙틴은 칼슘 이온의 존재하에 겔을 형성할 수 있으며, 이는 인접한 중합체 분자상의 유리 카복실기를 연결
- 일단 폴리머 사슬이 정렬되면, 인접한 사슬 사이의 수소 결합이 결합을 강화시키고, 그 후에 필름 또는 코팅은 과량의 물을 증발시킴으로써 형성 (Kester and Fennema, 1986)
- 펙틴 기재 코팅 및 필름은 다소 광택 있고 끈적이지 않은 표면을 가지며, 일반적으로 친수성으로 인해 높은 수증기 투과성
- 최근 사과 및 감귤류 사과와 같은 과일 가공 부산물에서 추출한 펙틴 추출물은 포말의 잔류 폐놀 화합물로 인해 항균 및 항산화 특성을 가진 식용 코팅 및 필름을 만드는 데 사용 (Deng and Zhao, 2011)

## ○ 해조류 추출물

- 갈색 해초 (Phaeophyceae)에서 추출한 알긴산염도 좋은 필름 형성 성질
- 투명하고 수용성인 알지네이트계 필름은 오일 및 지방에 영향을 받지 않지만 높은 수증기 투과성
- 알긴산염이 나트륨, 칼슘, 마그네슘, 알루미늄 및 철이온과 같은 2가 및 3가 양이온과 반응하는 능력은 알긴산염 막 형성에 이용
- Carrageenan은 여러 가지 붉은 해조류 (주로 *Chondrus crispus*)에서 추출한 또 다른 수용성 갈락토오스 중합체
- Carrageenan 박막 형성은 잔류 용매 증발 후에 3 차원 고분자 네트워크의 형성을 유도하는 고분자 용액의 적절한 건조 동안 다당류 이중 나선 겔화 과정을 수반(Kester and Fennema, 1986)

## ○ 단백질 기반의 식용 필름 및 코팅제

- 식물과 동물의 단백질은 좋은 기계적 성질과 낮은 상대 습도에서의 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub> 장벽 기능을 가진 코팅과 필름을 형성 할 수 있음
- 이들 코팅 및 필름은 비교적 불량한 수 - 장벽 특성을 나타내며, 중합체의

강한 응집 에너지 밀도로 인해 부서지기 쉽고 균열되기 쉬움

- 가소제를 줄이고 유연성을 향상시키기 위해 가소제를 단백질 기반 코팅 및 필름에 첨가 할 수 있음

#### ○ 식물 기원

- 옥수수 단백질의 프로타민 부분 인 옥수수 제인은 비극성 아미노산 함량이 높기 때문에 매우 낮거나 높은 pH를 제외하고는 물에 용해되지 않음
- 옥수수 제인 코팅 및 필름은 양호한 산소 장벽 및 비교적 양호한 수분 차단 특성
- 가소제는 필름의 신장 성을 개선시키는 것이 요구됨
- 콩 단백질 농축액 (SPC, 70 % 단백질) 또는 대두 단백질 분리 물 (SPI, 90 % 단백질)인 대두 단백질은 강력한 산소 장벽을 가진 코팅제 및 필름으로 만들어 졌으나 단백질의 고유한 친수성으로 인해 습기 차단 성이 좋지 않음
- 열처리는 종종 단백질을 부분적으로 변성시켜 디설파이드 결합을 형성함으로써 코팅 또는 필름 형성을 향상시키는 데 사용됨
- 마찬가지로, 산성 또는 알칼리성 조건은 콩 단백질 변성을 촉진하고 건조된 코팅 또는 필름에서 디설파이드 결합 형성을 촉진함(Park et al., 2002)

#### ○ 동물의 기원

- 카제인 (총 우유 단백질의 80 %), 유장 단백질 (총 우유 단백질의 20 %) 및 이들의 조합 물이 코팅 및 필름 제조에 사용
- 카제인은 추가 처리없이 수용액으로부터 무색, 무취 및 연질 필름을 형성 할 수 있음
- 카제인 계 코팅제 및 필름은 열 변성 및 / 또는 응고에 내성을 가지므로 넓은 pH 범위, 온도 및 염 농도에서 안정적임(Khwaldia et al., 2004)

#### ○ 날고기

- 단백질 기반의 코팅 및 필름은 고기에 존재하는 단백질 분해 효소에 대한 감수성으로 인해 문제를 겪을 수 있음

- 더욱이 단백질에 대한 음식 알레르기는 소비자 수용 및 식품 표시 요구 사항 (Gennadios et al., 1997)의 관점에서 고려 될 필요가 있음

#### ○ 지질 기반의 식용 필름 및 코팅제

- 지질 기재 코팅 및 필름은 소수성 특성으로 인하여 매우 효과적인 수분 장벽이며 주로 식품의 수분 손실을 억제하고 처리 된 제품에 광택 처리를하여 소비자의 호소력을 향상시키는 데 사용됨
- 천연 왁스, 아세틸 화 모노 글리세리드, 지방산 및 수지를 비롯한 다양한 지질 화합물이 일반적으로 사용
- 카노바 왁스, 밀랍, 파라핀 왁스 및 칸델라 왁스와 같은 천연 왁스는 일반적으로 미국에서 안전한 것으로 알려져있음(Baldwin, 2007)
- 왁스 코팅은 전통적으로 신선한 과일 및 채소에 사용되어 수확 후 저장 기간을 연장
- 그들은 대부분의 다른 식용 코팅보다 수분 전달에 훨씬 강함
- 콜레스테롤과 냉동 보관 중에 탈수로부터 보호하기 위해 가금류와 육류에 아세틸 화 모노 글리세리드가 적용(Stuchell and Krochta, 1995; Mate et al., 1997)
- 지질 기반의 코팅 및 필름은 우수한 수분 차단 성을 제공하지만 기계적 성질이 좋지 않거나 밀착력이 떨어지고 표면이 기름기 가며 왁스 같은 맛과 지질의 산패가 발생할 수 있음
- 지질은 대개 폴리 사카 라이드 또는 단백질과 함께 사용되어 각 구성 요소의 특수한 기능적 특성을 활용하는 복합 코팅 및 필름을 형성

#### ○ 복합 및 다 성분 코팅 및 필름

- 각각의 코팅 또는 필름 형성 재료는 일부 독특하지만 제한된 기능을 가지고 있음
- 복합 또는 다 성분 코팅 또는 필름은 기능을 향상시키기 위해 개별 재료의 특수 기능 특성을 이용할 수 있음(Wu 외., 2002)
- 복합 및 다 성분 코팅 및 필름의 예로는 다당류 - 지질 복합체 (예 : 해바라기 기름이있는 전분, 지방산이 든 셀룰로오스, 메틸 셀룰로오스, 코코아 버

터 또는 대두유가 든 옥수수 전분), 단백질 - 지질 복합체 (예 : 밀가루 단백질, 지방산을 함유 한 유청 단백질, 밀랍 또는 파라핀 왁스를 함유 한 밀 글루텐, 수지 오일을 함유 한 젤라틴), 폴리 사카 라이드 - 단백질 복합체 (예, 대두 단백질 단리 물을 함유 한 알긴산), 폴리 사카 라이드 - 폴리 사카 라이드 복합체 (예 : 전분을 갖는 키토산) 및 단백질 등(Wu et al. (2002), Lin and Zhao (2007), Duan and Zhao (2010), Maftoonazad et al. (2013)

#### 4.3.1. 육류 및 육류 제품 용 항균성 식용 코팅 및 필름

- 식용 코팅 및 필름은 육류 및 육가공 제품 포장에 여러 기능을 제공 할 수 있지만, 유통 기한 및 식품 안전성 향상을 위해 육질을 보존하기 위한 항균 식용 코팅 및 필름의 개발 및 사용에 대한 관심이 증가
- 첨가된 항균제의 수준을 감소시켜 차례로 부정적인 항균제 관련 관능 변화를 감소
- 식용 코팅 및 육류 및 육류 제품 용 필름에 일반적으로 포함되는 항균제는 유기산 (락테이트 및 아세테이트, 말산, 프로 피오 네이트 및 p- 아미노 안식향산), 정유 및 식물 추출물 (레몬그라스, 오레가노, 피망, 타임 또는 시나몬), 박테리오신 (나이신, 페디오신), 효소 (리소자임), 키토산 및 라 르산 아르기네이트 (Sung et al., 2013)등
- 육류 및 육가공 제품의 보존에 천연 항균제인 식물 유래 정유는 부패 및 병원성 미생물에 대한 항균력이 뛰어나므로 커다란 관심(Jayasena and Jo, 2013)
- 에센셜오일은 테르펜, 테르페노이드 및 지방족과 같은 저 분자량 화합물을 함유
  - thymol, carvacrol 및 eugenol과 같은 페놀을 포함한 오일은 광범위한 미생물에 대해 높은 활성
  - 캡슐화는 필수 오일의 물 용해도를 높이고 원하는 단계에서만 배출할 수 있게하며 보관 및 운송 중에 취급하기가 더 쉬움(Jayasena and Jo, 2013)
- 육류에 적용을 위한 항균 코팅 및 필름의 효과는 육류 공급원, 사용된 폴리머, 필름 장벽 특성, 표적 미생물, 항균 물질 및 저장 조건
  - Sánchez-Ortega et al. (2014)은 다양한 육류 및 육가공 제품의 보존을 위해 항균성 식용 코팅 및 필름 사용에 관한 연구를 검토

- 육류 및 육가공 품의 품질과 안전성을 개선할 수있는 좋은 대안이지만, 업계 요구 사항에 따라 코팅 절차를 개선하고 표준화해야하는 필요성, 비용 절감, 유효 기간 연장 및 방지 포장 된 제품의 감각적 특성에 대한 잠재적 변화.
- 다양한 육류 및 육류 제품의 다양한 특성으로 인해 단일 신청 절차를 표준화하는 것이 매우 어려움(Sánchez-Ortega et al., 2014)

#### 4.3.2. 고기와 육 제품을위한 식용 코팅에 대한 최근 연구 개발

- 몇몇 리뷰 기사는 육류 및 육가공 제품을위한 식용 코팅의 많은 예를 제공하였으며(Duan and Zhao, 2010; Khan et al., 2013; Sánchez-Ortega et al., 2014) 이 섹션에서는 이러한 가식 성 코팅 및 필름 사용에 관한 가장 최근의 연구를 요약
- 키토산은 이전에 논의 된 바와 같이 고유의 항균 및 항산화 특성 때문에 육류 및 육가공 제품에 대해 가장 많이 연구 된 코팅재 중 하나임
  - Baranenko et al. (2013)은 젤라틴, 디스 테아 글리세롤, 밀 섬유, 알긴산 나트륨 또는 구아 검을 다양한 비율로 키토산 코팅제를 개발하여 송아지 고기와 토끼 고기 소매용으로 끓인 소시지, 훈제 소시지 및 훈제 삶은 돼지 고기 양지머리 표면에 적용
    - 4±1°C에서 보관. 모든 도료는 코팅되지 않은 시료에 비해 미생물의 총 생존 수를 감소 시킴
    - 2% 키토산 및 2% 젤라틴 용액을 1 : 1의 비율로 함유하는 코팅은 *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *E. coli*에 대해 가장 강력한 정균 효과를 나타냄
    - 키토산 코팅은 배설물 대장균 군을 제거하고, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. coli* 및 *P. fluorescens*의 수를 줄였으며, 보관하는 동안 모든 육 제품에서 지질 산화를 지연
    - 키토산 - 코팅 된 샘플에서 중요한 관능 변화는 관찰되지 않음
  - Bonnia et al. (2014)는 바질 또는 백리향 에센셜 오일 (0.5 또는 1 % wt)을 첨가 한 키토산 필름을 1 % 준비한 후 40°C, 43% 및 83% 상대 습도에서 보관 한 새로운 포트 지방을 함유한 컵으로 사용함
    - 키토산 필름은 양호한 산소차단성을 나타내었지만 에센셜 오일을 첨가하면 감소함

- 특히 평형 수분 함량이 증가할 때 모든 필름은 효과적으로 돼지 지방을 산화로부터 보호했으며, 에센셜 오일이 함유된 필름은 순수한 키토산보다 효과적
- 알로에는 10°C 에서 보관한 다진 돼지 고기에 *E. coli*와 *L. innocua*의 성장을 효과적으로 조절할 수 있는 것으로 보고되어 왔지만 에센셜오일을 첨가해도 항균 활성이 향상되지 않음
- 그 외 여러연구자들은 (2014)는 정향유 (CO) 및/또는 에틸렌 디아민 테트라아세테이트 (E)를 혼합하여 키토산 (Ch) 코팅을 개발하고 이를 4°C에서 1 주일 동안 저장되는 마른 얇게 썬 돼지 고기에 적용함
  - Ch + CO + E 용액은 대장균 및 황색 포도상 구균 (각각 99.17 및 96.42 %)의 가장 높은 억제율을 나타냄
  - CO 및/또는 E가 결합 된 키토산 코팅은 총 미생물의 성장을 완화시키고 4°C에서 7 일 동안 보관할 때 돼지 고기의 수용 가능한 감각 특성을 유지. Ch, Ch + CO 및 Ch + CO + E의 코팅은 돼지 고기의 가벼움과 붉은 색 안정성을 모두 향상
- 키토산뿐만 아니라, 다른 코팅 물질도 단독으로 또는 조합하여 연구되어옴
  - Rakshit과 Ramalingam (2013)은 3 주 동안 5° C 보관 한 신선한 닭 조각에 마늘 또는 계피를 함유 한 아카시아 검 코팅을 평가
    - *E. coli*, *P. mirabilis*, *S. aureus*, *E. faecalis* 및 *B. cereus*에 대한 최소 저해 농도 (MIC)는 0.03~0.288 mg/mL와 0.061~0.24 mg/mL, 마늘과 계피 각각. 고기의 저장 수명은 이 코팅을 사용하여 5° C에서 3 주가 증가
    - Thiols와 주요 감각적 속성은 또한 저장 기간 동안 코팅으로 상당히 보호됨
  - Han et al. (2014)는 4°C ± 1°C에서 보관하는 동안 신선한 쇠고기 스테이크 품질을 유지하기 위해 대황 에탄올 추출물 (REB)과 계피 에센셜오일 (CEO)이 함유 된 폴리프로필렌/폴리 비닐 알코올 구조 필름의 사용을 조사
  - Zimoch-Korzycka와 Jarmoluk (2014)은 4°C에 저장한 소의 안심면에 식용 hydrosols (히드록시 프로필 메틸 셀룰로오스 (HPMC), 키토산, 리소자임 및 나노 콜로이드 실버)를 적용
    - 하이드로 졸은 키토산, 리소자임 및 나노 -Ag의 동시 영향 및 하이드로 졸을 함유 한 육류 샘플의 박테리아 총 수에 대한 저장 시간이 각각의 시험된 미생물 (*B. cereus*, *M. flavus*, *E. fli*, *P. fluorescens*)의 사멸을 야기함

- 하이드로 졸에 리소자임을 첨가하면 항산화 작용이 현저하게 증가

### 4.3.3. 생분해 성 포장

- 생분해 성 포장재는 보충 할 수있는 농작물, 동물 사료, 해양 식품 가공 산업 폐기물 또는 미생물 자원과 같은 재생 가능 자원에서 주로 얻은 물질로 정의되며 이산화탄소, 물 및 품질과 같은 친환경 제품을 생산하기 위해 분해될 수 있음(Tharanathan 2003, Robertson, 2013, 2014)
- 환경 문제가 증가하고 석유 비용이 증가함에 따라 생분해 성 포장재를 식별하고 플라스틱을 분해성으로 만드는 혁신적인 방법을 찾는 데 큰 관심이 있음
- Mohan (2010)에 따르면 북미, 유럽 및 아시아의 생분해성 고분자의 총 소비량은 2009 년부터 2014년까지 5년 동안 연평균 13% 증가 할 것으로 예측. 시장 조사 보고서 글로벌 산업 분석가들은 2017 년까지 생분해 성 폴리머 시장이 110 만 톤에 달할 것으로 예측함
- 유럽은 생분해 성 폴리머를 소비하는 가장 큰 지역으로 전세계의 약 절반을 차지
- Mahalik과 Nambiar (2010)에 따르면 수용 가능한 생체 고분자
  - **셀룰로오스**
    - 화학 추출에 의해 마이크로 피 브릴에서 결정 상태가 분리되어 용해 될 수 있으며 N- 메틸 모르 폴린 -N- 산화물과 같은 수소 결합 파괴 용매에 용해
    - 불용성과 타인에 대한 불용성 때문에, 그것의 파생물은 더 가공하기 쉽게 만들 수 있음
  - **전분**
    - 전분 기반 고분자의 생분해는 당 그룹 간의 글리코 시드 결합에서의 효소 공격으로 인해 체인 길이가 감소하고 저 분자량 당 단위가 분리
    - 생분해 성 플라스틱에서의 적용과 관련해서는 천연 과립과 물리적으로 혼합되거나 분자 수준에서 적절한 고분자와 융합되거나 혼합
  - **폴리락티드 에시 (PLA)**
    - PLA는 생분해성, 가공성 및 생체 적합성이 우수하여 가장 매력적인 포장재 중 하나로 떠오름

- PLA는 옥수수 전분과 같은 재생 가능한 자원에서 파생된 생분해성 열가소성 물질임
- PLA는 사출 성형, 블로우 성형, 열성형 및 압출 성형으로 가공됨
- 그 분해는 시간, 온도, 저 분자량 불순물 및 촉매 농도에 의존함
- PLA 필름은 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE)보다 우수한 자외선 배리어 특성을 갖지만 용융 및 유리 전이 온도는 낮음
- **폴리 베타 하이드록시 알카노에이트 (PHB)**
  - 폴리 하이드록시 알카노에이트의 구성원은 폴리머와 접촉시 분해 효소를 분비하는 다양한 미생물의 존재 하에서 분해됨
  - PHB의 세 가지 가장 독특한 특성은 (i) 물에 대한 100% 내성, (ii) 생분해성 100%, LDPE보다 낮은 용융 및 유리 전이 온도 및 (iii) 열가소성 공정 능력임
- **폴리 카프로 락톤 (PCL)**
  - 약 60°C의 낮은 융점과 약 -60°C의 유리 전이 온도를 갖는 생분해성 폴리에스테르
  - 가장 보편적인 용도는 특수 폴리우레탄 제조
  - 폴리 카프로 락톤은 생성된 폴리우레탄에 우수한 물, 오일, 용매 및 염소 저항성을 부
- **폴리 (3-하이드록시 부티레이트-코-3-하이드록시발레레이트) (PHBV)**
  - 폴리 하이드록시 알카노에이트 형 폴리머로서 생분해성, 무독성, 생체 적합성 플라스틱
  - 박테리아에 의해 자연적으로 생성되며 많은 생체 분해가 불가능한 합성 폴리머에 대한 좋은 대안
  - 열가소성 선형 지방족 폴리 에스테르입니다.
- **젤라틴 다른 출처의 젤라틴은 다른 아미노산 함량을 포함하고있어 다른 물리적, 화학적 성질을 가짐**
  - 이것은 필름의 제조에 이용 될 때 다양한 특성
  - 포장 필름은 모든 젤라틴 공급원에서 만들수 있으며 젤라틴 기반 필름의 거동 및 특성은 강화된 물리적 및 기계적 성질을 갖는 복합 필름을 생산하기

위한 다른 식품 성분을 혼합으로 조절할 수 있음(Hanani et al., 2014)

- Kuorwel et al. (2011)은 미생물 오염으로부터 식품을 보호하기 위해 고안된 포장 시스템에서 잠재적인 사용을 위해 다당류 및 단백질 기반 물질에서 추출한 생분해성 고분자에 대해보고함
- Khan et al. (2014)는 생분해성 식품 포장재 개발에 항산화제 및 항균제와 같은 생체 활성 제제의 결합과 저장수명연장 및 식품품질향상을 위해 나노셀룰로스 (nanocellulose, NC) 섬유 기반 나노 복합체의 잠재적인 사용에 대해 논의한 결과 NC 섬유 기반 필름은 생분해성이 있으며 비교적 저렴하고 가볍고 매우 강력함

#### 4.3.4. 육류 및 육류 제품용 생분해성 포장

- 현재 육류 및 육류 제품을 위해 상업적으로 이용 가능한 다양한 생분해성 용기가 있음
  - 그 중에서도 NatureWorks LLC의 Ingeo™ biopolymer. (Blair, Nebraska, USA)는 주로 폼트레이를 만드는 데 사용
  - Ingeo™ biopolymer는 옥수수에서 텍스트로스를 일차 사료 (PLA)로 사용하지만 풍부하게 함유된 전분으로 만들 수 있음
- 육류 및 육류 제품에 대한 상업적으로 이용 가능한 일부 생분해성 포장재는 <표 13>에 제시

<Table 13> Some commercially available biodegradable packaging for meat and meat products

Products and manufacturer	Description
Back 2 Earth, Ridgeland, SC, USA	Meat trays made completely from wheat stalk and are GMO- and gluten-free.
BASF Co., Florham Park, New Jersey, USA	A new foaming grade of Ecovio biopolymers. Blends of BASF's petrochemical-based Ecoflex biodegradable resin with PLA.
BioMass Packaging™, Richmond, CA, USA	Foam trays made from Ingeo®
Bodin Industries, France	Foam trays made from PLA resin, and used to package meat or fish at the Finiper SpA super-market chain in Italy and organic chicken or duck.
BuyGreen, Irvine, CA, USA	Biodegradable trays made from corn polymers, starches and complementary ingredients to create a blend that is 100% biodegradable and microwave and freezer safe.
Clear Lam Packaging, Inc., Elk	Made from Ingeo™ biopolymer to package a variety of

Grove Village, IL, USA	meats, cheeses, pastas, egg rolls and other perishable food items.
Coopbox SpA, Reggio Emilia, Italy	The first foam PLA trays, called Naturalbox, in 2005 for meat, fish, or poultry.
Cryovac® Food Packaging Systems, SC, USA	NatureTRAY™, foam trays made from Ingeo™ and used to package meats, fish, poultry, and produce. Fully moisture resistant.
Dyne-A-Pak Inc., Laval, QC, Canada	Use Ingeo™ biopolymer (PLA) supplied by NatureWorks LLC with lightweight and efficiency of a foam packaging for meat, produce and deli.
Eco-Tech Company Lt., Hong Kong	Foam trays made from Ingeo™
Greenus, Hanchang Paper, Seoul, South Korea	Foam trays made from Ingeo™
Novamont, Italy	The first commercialized non-water-soluble Mater Bi™ (starch-based) foam trays in 2004. Foamed with gas rather than chemical blowing agent. Have the advantage of being backyard compostable. Used for foam food trays in Europe.
Sirap Gema SpA, Verolanuova, Italy	Foamed Ekofoam trays out of Mater-Bi™.
WeiYi Packaging Co, LLD, Guangdong, China	Made from Ingeo™. Biodegradable food grade high barrier cook meat vacuum packaging. Provide biodegradable strong roasted meat packaging bag.
Winfa Packaging Co., Ltd, Hong Kong	Meat trays made from Ingeo™.

Source: Modified from Coma (2008), Realini and Marcos (2014), and Kerry et al. (2006).

재인용. Zhongxiang Fang et al. 2015 Current Practice and Innovations in Meat Packaging. Australian Meat Processor Corporation

#### 4.3.5. 고기 및 육가공 제품을위한 생분해 성 포장의 최근 연구 개발

- Woraprayote et al. (2013)은 pediocin PA-1/AcH (Ped)의 결합으로 항 - 리스 테리아 활성을 갖는 새로운 PLA / 톱밥 입자 (SP) 생체 복합체 필름을 개발 함
  - 이 필름의 항 - 리스테리아 활성이 검출되었지만, 시험 된 병원체에 대한 활성은 대조 PLA 필름에 대해 관찰되지 않음
  - Ped로 코팅하기 전에 필름의 건열 처리는 가장 높은 Ped 흡착 ( $11.63 \pm 3.07 \mu\text{g protein} / \text{cm}^2$ )과 가장 높은 anti-listeria 활성을 나타냄
  - 생 슬라이스 돼지 고기에 음식 접촉 항균 포장으로 PLA / SP + Ped의 모델 연구는 냉장 보관중 생 슬라이스 돼지 고기에 대한 L. monocytogenes (전체 리스테리아 인구의 99 %)의 잠재적 저해를 제안

- Amna et al. (2014)는 전기 방사를 통해 버진 올리브 오일과 산화 아연이 첨가 생분해성 폴리우레탄으로 구성된 새로운 종류의 항균 하이브리드 포장매트를 개발
  - 결과는 nanocomposite 포장이 *S. aureus*와 *S. typhimurium*의 성장을 억제할 수 있었고 PVC 필름 고기 포장을 대체 할 수 있음을 나타냄
  - 쇠고기 포장을 위해 옥수수 녹말, LLDPE 및 구연산 (CA)으로 제조된 생분해성 포장재는 Junior 등이 개발함(2014)
  - 냉장 보관된 포장된 쇠고기 샘플은 대조 필름과 비교하여 지질 산화 수준 및 총 세균 수에서 1-log 감소의 유의한 감소를 보임
  - 쇠고기의 붉은 색도 증가
- Kanatt et al.(2014)은 키토산 (Ch)과 수성 민트 추출물 (ME) / 석류 껍질 추출물 (PE)을 함유한 폴리비닐알콜(PVA)로부터 필름을 제조함
  - ME / PE의 첨가는 펑크 강도에 영향을 주지 않으면서 필름의 인장 강도를 향상
  - PE와 결합된 Ch-PVA 필름은 가장 높은 인장강도 ( $41.07 \pm 0.88$  MPa)를 보임
  - 필름은 또한 *S. aureus* 및 *B. cereus*에 대한 항균 활성을 나타냄
  - PE 함유 필름은 *B. cereus*의 성장을 완전히 저해하고 *S. aureus*의 수를 2 로그 사이클만큼 감소
- Lim and Rosli (2014)는 비 생분해성 고밀도 폴리에틸렌 (PE), 수분 분해 생분해성 저밀도 폴리에틸렌 / 열가소성 사지 전분 플라스틱 (PES), 수 분해 생분해성 폴리 락트산 플라스틱 (PLA) 또는 옥소 생분해성 플라스틱 (OXO) 비 생분해성 필름에 비해 생분해성으로 포장한 경우 저장 후 쇠고기 패티의 대부분 영양소 함량이나 지질 산화 수준에는 차이가 없었고 생분해성 포장재로 포장된 쇠고기 패티는 저장 중에 크기감소를 크게 나타나지 않으면서 수분을 유지할 수 있었음
- $\alpha$ -토코페롤과 올리브잎 추출물을 함유한 Ecoflex1과 Ecoflex1-poly(lactic acid (PLA)를 기반으로 한 항산화 특성을 지닌 생분해성 필름이 Marcos et al. (2014)을 사용함
  - Ecoflex 필름 (98-112 %)에서 토코페롤의 좋은 회수
  - Oleuropein과 oleuroside는 올리브잎 추출물에서 검출된 주요 항산화 물질

- oleuropein함량 (21-33%)의 감소와 oleuroside (14-31%)의 증가가 관찰되었고 토코페롤을 함유한 필름은 올리브 잎 추출물을 함유 필름보다 높은 산화 방지 활성을 보임
- Muppall et al. (2014)은 카르복시 메틸 셀룰로오스 (CMC), 폴리 비닐 알코올 (PVOH) 및 정향유를 다양한 비율로 함유한 필름을 제조
  - PVOH의 첨가는 CMC 필름의 기계적 및 가스 투과성을 향상시키는 반면 수증기 투과율은 감소
  - 모든 필름은 무시할 수 있는 산소 투과율을 보임
  - 포장된 다진 닭고기는 전체 생존 유통기한이 낮았으며 유통기한이 12 일이었지만 대조샘플은 냉장 보관 중에 4일 이내에 부패
  - 이 필름의 효능은 또한 닭고기에서 황색 포도상 구균과 B. cereus에 대한 포장 접종에 의해 증명
- Peelman et al. (2014)는 PLA와 셀룰로오스 기반의 다층 패키지에 MAP 포장된 래프 스테이크와 햄 소시지를 포함한 식품의 유통 기한 (4 °C)을 평가했으며 기존의 비 분해성 물질에 포장된 제품과 비교함
  - 바이오 기반 패키지는 배리어 성이 낮은 물질을 사용하는 경우에도 MAP 포장 식품의 유통 기한을 보장 할 수 있는 충분한 가스 배리어 특성을 나타냄
- 생분해 성 및 생체 적합성 젤라틴 - 라포 나이트 복합 필름은 Li et al. (2015)는 9일 동안 4°C에서 보관하는 동안 신선한 돼지 고기의 품질에 미치는 영향을 평가함
  - 필름은 laponite의 oxygen 장벽 기능으로 인해 저장 중에 지질 산화 및 단백질 분해를 방해하여 육질의 실질적인 향상을 나타냄

#### 4.3.6. 육류 및 육류 제품 용 가식 성 코팅 / 필름 특허

- 물리적 보호 장치를 제공하고 가스 및 수증기에 대한 반투막 장벽 역할을 하고 항균 및 항산화 기능과 같은 추가적인 이점을 제공함으로써 식용 필름 및 코팅제는 저장 수명을 늘리고 육류 및 육류 제품의 미생물 안전성. 식용 코팅 및 육류 및 육류 제품 용 필름의 최근 발명은 주로 영화 및 코팅 재료와 같은 다양한 재생 소스의 활용에 중점을 둠

## ○ 전통적인 케이싱을 대체 할 식용 필름

- 소시지 및 기타 가공육 제품의 전통적인 케이스를 대체 할 수있는 새로운 식용 필름의 발명품이 몇 가지 있음
- Macquarrie et al. (2004)는 육류 가공에서 현재 사용되는 식용 가능한 콜라겐 필름 대신에 곤약 및 / 또는 젤란검과 함께 카라기난을 함유한 식용 필름을 제조
  - 필름의 조성은 카라기난 겔의 고유한 열 가역성을 극복하여 뜨거운 물 또는 끓는 물에 대한 노출에 안정한 필름을 생성할 수 있음
  - 필름은 쉽게 포장하여 외장, 가방 또는 기타 식품 포장을 형성할 수 있음
- Macquarrie (2005)는 고 아밀로오스 전분과 같은 불용성 및 비활성 탄수화물 성분과 함께 카라기난을 포함하는 식용 필름을 개발
  - 이러한 필름은 고강도 및 고기에 대한 우수한 접착력을 포함하여 고기 포장에 필요한 특성을 나타냄
  - 이러한 가식 성 필름으로 만들기 위한 액체 조성물은 종래의 성형 장치를 사용하여 소시지 및 필름 - 함유 고기 제품의 효율적인 생산을 용이하게 할 수 있음
- Macquarrie (2014)는 젤라틴과 다른 하이드로 콜로이드 필름 형성 폴리머 재료를 결합하여 햄 및 기타 경화 육 제품을 위한 또 다른 소세지 케이스 및 포장지를 설계
- Liu and Zang (2012)은 또한 콩 단백질 40-45%, 콜라겐 25-30%, 글리세롤 4-8%, 폴리비닐 알코올 5-10%, 식용 섬유 3-6,식이 섬유 0.3%를 함유한 식용 콩 단백질 케이싱 필름을 발명
  - 이 콩 단백질 케이싱은 인장 강도가 높고 신장률이 높으며 스팀 저항성이 뛰어나고 제품 품질이 좋으며 다양한 맛의 소세지를 채우는 데 필요한 조건을 충족

## ○ 항균제와 항산화 물질을 통합 한 식용 필름 및 코팅

- Hettiarachchy와 Stachithanadam (2005)은 육류 및 기타 식품 품목을 코팅하기 위해 유기산, 단백질 및 글리세롤을 포함하는 식용 필름 솔루션을 제공
  - 이러한 식용 필름은 *L. monocytogens*, *S. gaminara* 및 *E. coli* O157 : H7을 포함하여 병원균의 성장을 억제

- Lin et al. (2013)은 슈퍼마켓에서 신선한 돼지 고기를 보존하기 위해 적용된 식용 복합 방부제 필름을 개발
  - 필름은 1%의 젖산, 1%의 아스코르브 산, 0.25%의 나이신, 0.5%의 키토산, 1%의 알긴산 나트륨, 1%의 글리세롤 (pH 3.5-4.0)을 함유
  - 신선한 돼지 고기의 유통 기한을 5-8 oC에 보관 된 슈퍼마켓 트레이에 포장하여 1-3 일에서 7 일 이상까지 연장 할 수 있음
- Su 등 (2013)은 베이컨 보존을 위해 항균성 식용 코팅제를 개발
  - 코팅은 가소제로서 글리세롤, 소수성 제제로서 수크로오스 에스테르 및 방부제로서 소르빈산 칼륨을 첨가 한 나트륨 카르복시 메틸 셀룰로스 및 젤라틴으로 형성
- Zhou et al. (2013)은 항균, 항산화 및 내 습성 기능이 있는 키토산 복합 방부제 필름 또는 코팅재를 제조
  - 제품 저장 수명을 연장하기 위해 고기 및 기타 식품 포장 또는 코팅에 사용
  - 필름은 칼슘 염 가교 결합 과정을 통해 제조되어 박테리아 번식을 방지하고 살균 효과를 나타냄
  - 이 기술은 알긴산 나트륨 코팅의 단점 인 고기 표면의 산화 얼룩을 방지 할 수 있음
  - 스톨 젠 호프 (Stolzenhoff, 2014)는 식용 필름에 식용 색소를 각인시킨 새 고기 제품을 생산하는 방법을 고안

#### 4.4. 육류 포장에 있는 나노 기술

- 나노 테크놀로지는 적어도 하나의 차원이 100 nm 미만인 물질을 적용하는 것을 포함하고 미립자, 혈소판 및 섬유는 나노 물질의 3 가지 주요 부류 (Thostenson, Li, & Chou, 2005)
- 나노 크기의 물질이기 때문에 이러한 물질은 표면적이 비례적으로 더 크기 때문에 결과적으로 마이크로 스케일보다 표면 원자 수가 많음
- 호환성 중합체에 첨가될 때, 나노 물질은 향상된 기계적 강도, 향상된 열 안정성 및 증가 된 전기 전도성을 포함하여 나노 복합물의 물질 특성을 극적으로 향상시킬 수 있음(Uskokovic 2007)
- 따라서 식품 및 육류 포장에 나노 물질을 적용하는 것은 기계적 성질, 장벽

특성을 향상시키고 항균 및 항산화 활동, 생분해성 및 지능 능력과 같은 새로운 기능을 가진 포장재를 제공하는 데 유망함(Bradley, Castle & Chaudhry, 2011)(Sinha, & Okamoto, 2003; Thostenson, Li, & Chou, 2005)

- 양고기 및 쇠고기 가공(Cook & Fairweather, 2007)에 대한 나노 기술의 대중 수용에 대한 뉴질랜드의 설문 조사에서 소비자의 77%가 큰 비율로 유전자 변형 식품을 구입하려는 의도에 비해 제품을 구매할 의사를 표명(Gamble et al., 2000)의 GM 토마토(10%)와 GM 토마토(28%)를 포함
- 식품 포장 분야에서 나노 복합체는 일반적으로 중합체와 무기 또는 유기 나노 물질의 혼합물이며, 일반적으로 변형 나노 클레이의 1~7 %임(Lagaron et al., 2005)
- 합성 및 천연 고분자 기반 나노 복합체, 결합 수준, 가공 방법 및 이들 물질의 향상된 재료 특성의 몇 가지 예 <표 14>

#### 4.4.1. 은 nanoparticle 포장

- 은 나노 입자 (silver-nanoparticle, Ag-NP)는 고온 안정성과 낮은 휘발성을 가진 항균 및 항균제로서 150가지 박테리아 유형에 효과적이라고 주장되어 있음(Kumar & Munstedt, 2005)
- 나노 입자는 박테리아 세포에 침투하여 DNA에 손상을 줄 수 있으며 항균 Ag + 이온을 방출하여 세포의 분자 전자 공여자 그룹에 결합하여 미생물의 사멸을 유발할 수 있음(Morones, et al., 2005)
  - Ag-NP의 일반적인 제조 방법은 입자 직경이 수 나노 미터인 콜로이드를 생산하기 위한 수용액에서의 Ag<sup>+</sup>의 화학적 환원(Wiley, Sun, Mayers, & Xia, 2005)
  - 표면적이 큰 Ag-NP는 일반적으로 큰 Ag 입자 (An, Zhang, Wang, & Tang, 2008)보다 우수한 살균 효과를 나타내며 폴리아미드 6 기반 필름의 은 함량이 낮은 (0.06 wt %) 나노 복합체는 (Damm, Munstedt, & Rosch, 2008)보다 훨씬 더 높은 은 함량을 가진 미세 복합체 (microcomposite)에 비해 E. coli에 대한 효능이 있음
- 미국의 Sharper Image®와 Blue Moon Goods, 중국의 Quan Zhou Hu Zeng Nano Technology, 한국의 A-DO Global (Silvestre, Duraccio, 미국)의 플라스틱 식품 용기에 대한 은 나노 입자의 상업적 이용이 보고됨(Cimmino, 2011)

- 흡수 패드는 일반적으로 육류 및 육류 제품에서 흘러 내린 물과 액체 (물방울)를 흡수하여 제품의 신선한 모양을 유지하고 비위생 주스와의 접촉을 피하기 위해 소매 식육 포장재에 사용됨(de Azeredo, 2013)
- 다공성 셀룰로스 섬유 (He, Kunitake & Nakao, 2003)에 Ag-NP를 첨가하여 육가공 포장용 항균 패드로 사용할 수 있음
  - 예) Ag 나노 입자가 흡착 된 셀룰로오스 섬유가 최소한의 가공 육류 제품을 포장하기 위한 흡수 패드로 사용될 때, 드립 내의 미생물 적재량 (총 생존 수, 젖산균)은 대조군보다 90% 낮았음(Lloret, Picouet 및 Fernández, 2012)

<Table 14>Some examples of synthetic and natural polymer based nanocomposites, levels of incorporation, methods of processing and their enhanced material properties (modified from Mihindukulasuriya & Lim, 2014).

Polymer	Nanomaterial	Level of incorporation	Method of processing	Enhanced material properties
Poly(vinyl alcohol) (PVA)	Cellulose nanocrystals (CNC)	1-5% dry basis (wt)	Solvent casting	Increased tensile strength (TS)
Poly(e-caprolactone) (PCL)	CNC	0-12% (wt)	Film casting	Decreased water vapor permeability (WVP)
Low-density polyethylene (LDPE)/Linear low-density polyethylene (LLDPE)	Nanoclay	0-50% (wt)	Co-rotating twin-screw extrusion	Enhanced elastic modulus (EM)
Polyethylene (PE)	Layered silicate	5-15% (wt)	Micro-extrusion	Increased crystallization temperature
Polypropylene (PP)/ Ethylene propylene diene rubber (EPDM) blend	Montmorillonite (MMT) based organoclay	3-7% (wt)	Melt extrusion	Increased O <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> barrier properties
Maleated PE	Silicate	15% (wt)	Melt extrusion	Increased film stiffness
Poly(ethylene-co-vinyl acetate) (EVA)	Nanosilica	1-9 parts per hundred polymer	Two-roll mixing	Increased TS, hardness, and abrasion resistance
Soy protein isolate	MMT	5-15%	Melt extrusion	Increased TS and decreased WVP

Poly(lactic acid) (PLA)	CNC and silver (Ag) nanoparticles	5% CNC & 1% Ag nanoparticles	Solvent casting	Reduced oxygen transmission rate (OTR) and WVP
Starch	Silicon carbide (SiC)	0-10%	Solution technique	Decreased oxygen permeability (OP)
Sago starch and bovine gelatin	Zinc oxide nanorods (ZnO)	1-5%	Solvent casting	Decreased OP and increased mechanical and heat seal properties
Polyhydroxybutyrate-co-valerate (PHBV), polycaprolactone (PCL), PLA*	Mica nanoclay	5% (wt)	Film casting	Enhanced barrier properties to UV light, oxygen, water, and limonene
Chitosan **	Ag-zeolite	2.1-2.8%	Solvent casting	Enhanced antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria

\* Sanchez-Garcia, & Lagaron, 2010.

\*\* Rhim, Hong, Park, & Ng, 2006.

#### 4.4.2. 금속 산화물 나노 입자 포장

- 이산화티탄 (TiO<sub>2</sub>), 산화 아연 (ZnO) 및 산화마그네슘 (MgO)과 같은 금속 산화물 물질은 미생물 세포 DNA에 손상을 줄 수 있는 활성 산소 종을 생성하기 때문에 주로 항균 활성을 가짐(Premanathan, Karthikeyan, Jeyasubramanian & Manivannan, 2011)
- 유기 항균제보다 금속 산화물을 사용하면 얻을 수 있는 이점 중 하나는 높은 안정성임(de Azeredo, 2013)
- 금속 산화물 나노 물질은 자외선 차단, 에틸렌 또는 산소 소거 활성 (Llorens, Lloret, Picouet, Trbojevich 및 Fernandez, 2012) 등 다른 특성을 가지고 있음
- 식품 포장 용도로는 TiO<sub>2</sub> 나노 입자가 방향성 폴리프로필렌 (OPP) (Chawengkijwanich and Hayata, 2008) 또는 폴리에틸렌 (PE), 폴리에틸렌 왁스, 옥타 데칸 산 및 페트로 솔린 (Xing 외. 항균 필름. 변형 된 Ag-TiO<sub>2</sub> 나

노 입자 (Cheng et al, 2006), 나노 -ZnO / LDPE 필름 (Emamifar et al., 2010), 나노 -ZnO / 전분 - 코팅 된 폴리 염화 비닐 (PVC) 나노 복합체와 같은 다른 금속 산화물 나노 입자 필름 식품 포장재로는 폴리에틸렌 (SCP) (Tankhiwale and Bajpai, 2012)과 나노 크기의 ZnO / SnO<sub>2</sub> 박막 (Talebian, Nilforoushan, Zargar, 2011)이 보고되었음

- 필름은 그램 양성 및 음성 미생물에 대한 항균 활성의 넓은 스펙트럼을 가지며 고기 포장에 사용될 수있는 큰 가능성을 띠며

#### 4.4.3. Nanoclay 포장

- 점토 나노 입자를 포함하는 중합체는 식품 포장용 최초의 고분자 나노 물질 중 하나
  - 점토 - 고분자 나노 물질을 얻기 위해 몇 가지 다른 고분자 및 점토 충전제를 사용할 수 있으며 가장 많이 사용되는 고분자는 폴리 아미드, 나일론, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 에틸렌 - 비닐 아세테이트 공중 합체, 에폭시 수지, 폴리 우레탄, 폴리 아미드 및 폴리에틸렌 테레 프탈레이트임(Silvestre, Duraccio, & Cimmino, 2011)
  - 널리 이용 가능한 천연 및 비교적 저렴한 나노 클레이는 실리카 층 사이에 수산화 알루미늄으로 구성된 수화 된 알루미늄 - 실리케이트 층상 점토 인 몬모릴로나이트 (MMT)임(Paiva, Morales, & Diaz, 2008)
  - 변형 된 MMT는 MMT의 무기 양이온을 유기 암모늄 이온으로 대체하여 매트릭스에서 점토의보다 균질 한 분포를 얻고 결과적으로 복합체의 가스 및 수분 차단 특성을 실질적으로 향상시킴으로써 얻어짐(Koh et al., 2008; Bharadwaj , 2001)
- 점토는 폴리에틸렌, 폴리 프로필렌, 나일론, 폴리 (카프로 락톤) 및 폴리에틸렌 테레 프탈레이트 (PET)와 같은 고분자의 기계적 성질, 열 안정성 및 내화성을 향상시키는 것으로 보고(Weiss, Takhistov & McClements, 2006; Park et al. 폴리 락트산 (PLA), 폴리 하이드록시 부티레이트 - 코발레레이트(PHBV) 및 폴리 카프로 락톤(PCL)의 생체 고분자를 포함하는 운모 나노 입자에서 UV 차단 특성이 달성됨(Sanchez (2003), Silvestre, Duraccio, & Cimmino, 2011) - Garcia & Lagaron, 2010)
- Moraru 외 (Moraru et al. (2003 년) 미국의 일리노이 주 알링턴 하이츠 (Arlington Heights)와 남부 클레이 프로덕트 (USA)의 곤잘레스 (Gonzales,

TX)와 같은 몇몇 회사는 MMT를 포함하는 나노 복합 재료의 상업화를 위해 더 가볍고 강하고 더 많은 열 - 가스 및 수분에 대한 차단 성이 향상된 플라스틱, 차단성을 향상시킨 나일론 -6 혼입 점토도 시판됨(Brody 2007)

- 다른 상업용 나노 소재 인 나일론 MXD 6 또는 Imperm ®은 필름 및 PET 병용으로 향상된 차단성을 가진 Nanocor 및 Mitsubishi Gas Chemical (뉴욕, 뉴욕, 미국)에 의해 개발되었음(Brody 2006; 2007)
- 나노 클레이 - 고분자 나노 물질은 육류 및 육류 제품을 포함한 다양한 식품 포장 분야에서 미래를 기대함

#### 4.4.4. 기타 나노 물질 포장

- 키토산은 무작위로 분포 된  $\beta$ -(1-4) 결합 D-글루코사민 (탈아세틸화 단위) 및 N-아세틸-D-글루코사민 (아세틸화 단위)으로 이루어진 선형 폴리 사카라이드이며, 이는 새우 및 기타 갑각류 껍질을 가수 분해하여 알칼리, 수산화 나트륨. 키토산 나노 입자 (CSNP)는 일반적으로 특정 pH 조건 (Zhao et al., 2011) 하에서 양전하를 띤 키토산 아민 그룹과 음이온 그룹 (예 : 트리 폴리 인산염 (TPP)) 사이의 정전 기적 상호 작용에 의해 마련된다. 키토산은 다양한 미생물 (Wu, Zivanovic, Draughon, Conway, & Sams, 2005)에 대한 항균제로 보고되었지만 CSNP와 그 유도체는 표면적과 전하 밀도가 높기 때문에 키토산 자체보다 항균 활성이 높음(Qi, Xu, Jiang, Hu, & Zou, 2004)
- Watthanaphanit et al. (2010)은 키토산 위스커 콜로이드 성 현탁액과 알긴산 나트륨 용액을 혼합 한 다음 알긴산 염 / 키토산 나노 복합 염 사를 제조 한 다음 습식 방사로 섬유로 압출 하였다. 알지네이트 / 키토산 나노 복합 재료 얇은 그람 양성균 인 *S. aureus*와 그람 음성균 대장균 모두에 대해 항균 활성을 부여하였다. 키토산-점토 나노 복합체 필름 (Rhim, Hong, Park, and Ng, 2006) 및 키토산-ZnO 나노 섬유 (Ag-CSNP) (Ali, Rajendran, and Joshi, Wang, Zhang, Zhang, and Li, 2012)은 고기 포장재에 사용될 가능성이 높은 우수한 항균성을 보여 주었다.
- 셀룰로오스는 천연 식물 세포벽 중합체입니다. 일반적으로 두 종류의 나노 물질 - 마이크로 피 브릴 (microfibrils)과 위스커 (whisker)가 셀룰로오스에서 얻을 수 있다. 마이크로 피 브릴은 나노 미터 규모의 직경 (2 ~ 20nm)과 마이크로 미터 규모의 길이를 가지고있다 (Azizi Samir et al., 2005; Oksman, Mathew, Bondeson, & Kvien, 2006). 셀룰로오스 나노 위스커를 제조하기 위

해, 천연 마이크로 섬유 또는 마이크로 피 브릴 화 셀룰로오스를 황산과 같은 강산으로 처리한다 (Petersson, Kvien & Oksman, 2007).

- 셀룰로오스 나노 물질은 특성이 개선 된 식품 포장 필름을 개발하기 위해 저비용, 경량 및 고강도 나노 복합체로 간주되어왔다 (Podsiadlo et al., 2005). 셀룰로오스 위스커가 첨가될 때 폴리 유산(젯산) (Petersson et al., 2007)과 폴리 (스티렌 -co- 부틸 아크릴 레이트) 라텍스 필름 (Helbert et al., 1996)의 열안정성도 향상되었다. 나노 복합물 필름의 장벽 특성은 셀룰로오스 나노 필러가 투과성이 낮고 높은 종횡비를 갖는 매트릭스에서 우수한 분산을 갖는다면 더욱 향상된다 (Lagaron, Catala, & Gavara, 2004).
- 그들의 특성을 맞추기 위해 생체 고분자에 통합 된 다른 형태의 나노 입자는 탄소 나노 튜브 (CNT) 및 / 또는 탄소 나노 섬유 (CNF)이다. 이러한 유형의 나노 입자를 생체 고분자에 첨가하는 주요 목적은 생분해 속도를 높이고 기계적 성질을 향상 시키며 열 및 전기 전도도를 증가시키는 것이다 (Chen & Wu, 2007; Sanchez-Garcia, Lopez-Rubio, and Lagaron, 2010). 그러나 강한 흑색의 문제와 CNT의 잠재적 인 독성은 식품 포장에 사용되기 전에 충분히 확인되어야 한다 (Sanchez-Garcia, Lagaron & Hoa, 2010).

#### 4.4.5. 고기 포장에있는 nanotechnology에 특허

- 최근에, 육류 포장에 나노 기술에 대한 많은 특허가 출판
- PE 또는 PS 플라스틱에 0.5-2 %의 나노 TiO<sub>2</sub>를 첨가하여 나노실버 및 도핑된 금속 산화물을 함유하는 제제를 포함한 다른 나노 입자를 사용한 새로운 항균 필름 또는 코팅 개발 (Yadav & Vecoven, 2005) (Yang et al. 2005) 또는 돼지고기 표면에 나노 섬유용액 (카테킨, 질산 구리, 폴리 비닐 피 롤리 돈으로 구성)을 스프레이하여 보관수명을 연장할 수 있음(Chen, Li, Zhao, & O, 2014)
- 항균 흡수 패드는 Durdag et al. (2013)을 포장 트레이에 놓아서 삼출액을 흡수하고 접촉 미생물을 파괴할 수 있음
- Zhu (2005)는 고기 포장 필름 특성을 개선하기 위해 나노 클레이, 나노 SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>를 장벽 층으로 사용하는 다층 필름을 발명
  - 필름은 생분해성이 있으며 투명성, 가스 배리어성, 열 접착성, 인쇄성 및 고온 조리에 대한 저항성이 우수

- Daponte & Janssens (2005)는 입자 크기가 1 ~ 100 nm 인 폴리올레핀과 나노 아연 산화물을 포함하는 포장 필름을 준비
  - 필름은 가시 광선에 대해 높은 투명성을 가졌지만 UV가 불투명하므로 고기를 변색으로부터 보호하기 위해 자외선 장벽 물질로 사용
- Koenig et al. (2008)은 나노 클레이, 나노 TiO<sub>2</sub> 및 나노 실버를 포함하는 셀룰로오스 수화물을 기반으로 0.5 ~ 1000nm의 나노 입자로 된 식품 케이스를 개발
  - 이 재료는 기계적 강도가 높기 때문에 이상적인 합성 소시지 케이스로 적합
- Grah (2011)는 가스 투과율을 높이기 위해 구형 풀러렌, 사발 모양의 풀러렌, 다중 벽 탄소 나노 튜브, 카본 나노 혼 및 카본 나노 양과 중에서 선택된 풀러렌 물질을 적어도 0.001 중량 % 포함하는 포장 필름을 개발
  - 포장 필름의 산소 투과율은 약 100cc (STP) / m<sup>2</sup> · day (1 기압, 0% RH, 23°C) 일 수 있음

#### 4.4.6. 나노 물질 포장의 안전 고려 사항

- 식품 포장재에 나노 물질을 적용하면 동일하거나 더 우수한 장벽 특성을 얻기 위해 필요한 재료가 적기 때문에 포장 중량을 줄이면 포장 비용을 줄이고 포장 비용을 절감 할 수 있음(Park, and Ha, 2013)
- 또한 나노 물질은 혁신적이고 강력하며 가볍고 능동적이며 지능적인 식품 포장과 관련하여 육류 산업의 많은 요구 사항을 충족시킬 수 있음 (Smolander & Chaudhry, 2010)
- 그러나 식품 포장에 나노 물질과 나노 기술을 적용하는 데 있어 두 가지 주요 쟁점이 있다. 소비자 안전과 환경에 미치는 영향임
- 안전 문제는 주로 식품 포장재에 함유된 나노 물질이 식품으로 이동하여 식품의 안전성이나 품질에 부정적인 영향을 미치는지 여부에 초점을 가짐 (EFSA 2009)
- 전이가 일어난다면, 위장관 내에서 이들 나노 입자를 섭취한 결과는 알려져 있지 않음
- 거대 입자와 비교할 때, 나노 입자의 독특한 화학적 및 물리적 특성은 완전

히 다른 독성 프로파일과 메커니즘을 초래할 수 있음

- 경우에 따라 나노 입자에 대한 위험 평가의 필요성을 가짐(Munro, Haighton, Lynch, & Tafazoli, 2009)
- 현재, 식품의 구강섭취 경로에 의한 나노 물질의 잠재적 위험성을 평가하는 방법에 대한 잘 알려져 있지 않고 나노 물질이 식품으로 전이될 가능성을 평가할 수있는 도구가 부족
- 나노 물질 패키징의 환경 문제는 생산 및 폐기 과정에서 환경에 부정적인 영향을 줄 가능성에 초점(Bradley, Castle & Chaudhry, 2011)
- 나노 물질이 환경 물질과 상호 작용하거나 나노 물질이 화학적, 물리적 및 독성 학적으로 변형된 다른 화학 물질로 변형되는지는 알려지지 않았지만, 생분해성 매트릭스의 나노 클레이는 퇴비화 중에 생분해를 지연시키지 않는다고 보고됨(Lagaron & Fendler, 2009)
- 다양한 합성 고분자에 나노 클레이를 첨가베이스 폴리머 (Kumanayaka, Parthasarathy, Jollands, 2010) 관찰된 반응 속도에 비해 향상된 또는 가속 열화를 주도 것을 증명
- 나노 물질의 잠재적인 위험성을 이해하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하며, 식품 포장에 사용하기 위한 새로운 나노 물질의 승인 이전에 규제 당국(예 : EFSA, FSANZ 및 US-FDA)에 증거 기반 정보를 제공

## 5. 결론과 동향

- 육류 및 육류 제품은 영양가가 높은 식품이기도 하지만 부패 및 병원균 미생물의 증식 및 증식에 유리하여 품질저하 및 식품 안전면에서 높은 위험을 초래함
  - 고기의 지질 및 단백질의 산화는 육류 및 육류 제품의 품질 저하에도 기여함
  - 현대 고기 포장은 품질과 안전성을 유지하고 제품 가치를 높이고 판매를 촉진하고 정보를 전달하는 데 효과적인 도구로 작용해야함(Han, 2005)
  - 가격, 안전성, 포장 크기 및 재활용 가능성 등의 요소가 가장 중요하지만 설계, 편의 및 유틸리티도 고려해야 함(Duizer, Robertson, & Han, 2009)
  - 따라서 적절한 포장 재료, 포장 방법 / 조건 및 보관 환경을 선택하는 것이 고품질의 포장육 제품을 얻는 열쇠이며 포장 전에 가공하지 않은 고기의 품질을 향상시키는 시스템은 최종 포장된 고기의 품질을 보장하는 데 중요함
- 현재, 오버 랍핑된 열성형 필름이 있는 VP 및 MAP의 적용은 보관 수명을 연장하고 양질의 품질을 유지하기 위하여 고기 포장의 일반적으로 사용됨
  - 향상된 기계적 및 장벽 특성을 갖는 새로운 열성형 필름의 개발과 MAP 기술의 최적화가 이 분야의 주요 연구 주제임
  - 더 긴 유통 기한을 유지하기 위해 항균 및 항산화 활성 포장재가 개발되어 포장재의 상태를 효과적으로 바꿔 식품 안전 및 품질을 효과적으로 개선
  - Realini와 Marcos (2014)에 따르면 활성 포장재의 주요 기술적 문제는 활성 물질을 첨가한 후에 원래의 기계적 및 장벽 특성을 보존할 수 있는 활성 물질을 개발하는 것
  - 정제되지 않은 추출물의 사용 또는 나노 입자 형태의 활성 화합물의 사용은 필요한 활성 물질의 양을 감소시킬 수 있고, 기본 포장재의 원래 특성을 유지하는데 도움을 줌
  - 식용 코팅, 특히 항균 및 항산화 물질을 사용하는 식용 코팅의 사용은 수분 손실을 방지하고 미생물 성장 및 지질 산화를 지연 및 제어하고 질감, 풍미 및 색상의 변화를 피하고 드립 손실을 줄임으로써 육류 및 육가공 제품에 큰 잠재력을 지니고 있음
  - 특정 육제품에 적합한 코팅 및 필름을 선택하는 것은 이 기술이 제조업체와

소비자에게 제공할 수 있는 특성, 특징, 구체적인 필요성, 비용 및 이점에 따라 다름

- 제품의 감각적 특성에 대한 잠재적이고 부정적인 영향, 비용 증가, 대규모 상업적 생산을 위한 표준화된 코팅 절차를 달성하는 것과 같은 어려운 문제가 남아 있음
  - 그러므로 육가공 산업이 식용 코팅 및 필름의 제조 및 응용 프로세스를 개선하여 각 제품에 대해 경제적으로 적합하고 사용 가능하다는 것을 보장하기 위해서는 더 많은 연구가 필요함
- 현재 높아가는 유가와 함께 환경 인식의 증가는 대체 생물 기반 포장재의 개발 및 적용에 대한 요구를 높아짐
- 여러 연구에 따르면 생물학적 다층 필름이 일부 육류 및 육가공품의 품질 및 유통기한을 보장할 수 있음이 입증
  - 재래식 포장과 같이 생물 기반 및/또는 생분해성 포장은 식품의 차단 및 보호, 감각 품질 및 안전성 유지, 소비자와의 정보 전달 등 여러 가지 중요한 기능을 담당해야함 (Peelman et al., 2014)
  - 기술 및 소비자 요구 사항을 충족하는 생물 기반 포장 솔루션을 얻기 위해 새로 개발된 다양한 생물 기반 물질의 조합을 지속적으로 조사해야 함
  - 생분해성 포장의 이용에 대한 큰 필요성과 관심에도 불구하고, 현재의 시장은 기존의 플라스틱 시장에 비해 매우 작음
  - 고가, 강력한 입법 명령 (EU 및 미국 FDA 승인을 받은 소수의 재료만 있음), 사용한 포장을 퇴비화하기 위한 산업 인프라 부족 (Maftoonazad 외., 2013)과 같은 몇 가지 장벽을 극복해야 함
- 지능형 포장은 식품 안전, 품질 및 편의성을 높이고 소매 업체 및 소비자 불만 건수를 줄이기 위한 훌륭한 기회를 제공하는 새롭고 흥미로운 패키징 과학 기술 분야임
- 품질 및 신선도 표시기(온도 표시기, 시간 온도 통합 기 및 가스 레벨 제어 장치)의 도입, 제품 제조 및 분배 방법의 편리성 증가, 스마트 침투성 필름의 발명 및 도난 및 위조 증거 시스템은 식품의 안전성과 품질을 보장되나 (Han, Ho, Rodrigues, 2005) 입법 및 경제와 관련된 문제는 해결되어야 함 (Yam, Takhistov, & Miltz, 2005)
- 나노 기술 제품 및 응용 분야는 잠재적으로 식품 포장 분야에 혁명을 일으

킬 수 있으며 혁신적이고 강력하며 가볍고 능동적이며 지적인 소재와 관련하여 업계의 많은 요구를 충족시킬 수 있음(Smolander, & Chaudhry, 2010)

- 더 중요한 것은, 나노 복합 재료는 생체 고분자의 전반적인 성능을 향상시키고, 비 물질 첨가가 매우 적은 수준에서도 기계적, 열적 및 장벽 특성을 향상시킬 수 있기 때문에 식용 및 생분해성 필름의 사용을 확대할 것(de Azeredo, 2009)
  - 나노 기술의 진보는 식품의 저장 수명, 품질, 안전성 및 보안에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 새로운 패키징 솔루션을 제공해야 하며 궁극적으로 생산자와 소비자 모두에게 이익이 되나 식품에서의 나노 물질의 이동 거동과 소비자의 건강과 안전 및 환경에 미치는 잠재적 영향에 대해 더 많은 연구를 거쳐야 할 것으로 봄 (Mihindukulasuriya, & Lim, 2014)
- 식품 포장의 혁신 가능성에 대한 큰 가능성에도 불구하고, 각 포장 기술에는 미래의 육류 및 포장 과학자가 해결해야 할 커다란 문제점이 있음
- 우리는 단순한 전통 포장이 생분해성, 능동 및 지능형 기능을 갖춘 포장과 같은 다기능 포장 (Sorrentino, Gorrasi, & Vittoria, 2007)으로 대체 될 것이라고 예상 할 수 있음
  - 성공적인 육류 포장 시스템을 개발하려면 안정성, 환경 조건, 소비자의 포장 기대에 영향을 미치는 핵심 제품 특성을 모두 고려해야 함(Youssef, 2013)
  - 지속 가능한 포장 해법은 사회적 책임을 지고 경제적이며 환경적으로 건전해야 달성할 수 있음(Mihindukulasuriya, & Lim, 2014)

## 6. 참고문헌

1. Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., & Mills, E. W. (2012). Principles of Meat Science (5th ed.) Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Co.
2. Ahvenainen, R. (2003). Active and intelligent packaging: an introduction. In R. Ahvenainen (Ed.), Novel food packaging techniques (pp. 5-21). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.
3. Ahvenainen, R. and Hurme, E. (1997). Active and smart packaging for meeting consumer demands for quality and safety. *Food Additives and Contamination*, 14, 753-763.
4. Ahvenainen, R., Eilamo, M., & Hurme, E. (1997). Detection of improper sealing and quality deterioration of modified-atmosphere-packed pizza by a colour indicator. *Food Control*, 8, 177-184.
5. Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT - Food Science and Technology*, 43(6), 837-842.
6. Aksu, M. İ., Kaya, M., & Ockerman, H. W. (2005). Effect of modified atmosphere packaging, storage period, and storage temperature on the residual nitrate of sliced-pastırma, dry meat product, produced from fresh meat and frozen/thawed meat. *Food Chemistry*, 93, 237-242.
7. Ali, S. W., Rajendran, S., & Joshi, M. (2011). Synthesis and characterization of chitosan and silver loaded chitosan nanoparticles for bioactive polyester. *Carbohydrate Polymers*, 83, 438-446.
8. Al-Nehlawi, A., Saldo, J., Vega, L. F., & Guri, S. (2013). Effect of high carbon dioxide atmosphere packaging and soluble gas stabilization pre-treatment on the shelf-life and quality of chicken drumsticks. *Meat Science*, 94, 1-8.
9. Althani, D., & Briggs, D. (2009). Peelable films containing nano particles. European patent EP 2097257 A1
10. Amna, T., Yang, J., Ryu, K-S, Hwang, I. H. (2014). Electrospun antimicrobial hybrid mats: Innovative packaging material for meat and meat-products. *Journal of Food Science and Technology*. DOI 10.1007/s13197-014-1508-2.
11. An, J., Zhang, M., Wang, S., & Tang, J. (2008). Physical, chemical and microbiological changes in stored green asparagus spears as affected by coating of silver nanoparticles-PVP. *LWT - Food Science and Technology*,

- 41(6), 1100–1107.
12. Anonymous (2014a). <http://www.barcoding.com/faq/rfid-tag-cost.shtml>, access on 16 October 2014.
  13. Anonymous (2014b). <http://www.varcode.com/>, accessed on 22 October 2014
  14. Appendinia, P., Hotchkiss, J. H. (2002). Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 113–126.
  15. Arvanitoyannis, I. S., Vasiliki, K., Bouletis, A. D., & Papaloucas, C. (2011). Study of changes in physicochemical and microbiological characteristics of shrimps (*Melicertus kerathurus*) stored under modified atmosphere packaging. *Anaerobe*, 17, 292–294.
  16. AUS-MEAT (2015). Handbook of Australian Meat, 7th Edition, <http://www.ausmeat.com.au/custom-content/cdrom/Handbook-7th-edition/English/95F25A74-F68A-11DA-AA4B-000A95D14B6E.html>
  17. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences (2013). Implementation of improvements to the National Livestock Identification System for sheep and goats: Consultation regulation impact s t a t e m e n t , <http://www.daff.gov.au/SiteCollectionDocuments/abares/nlis/nlis9oct13.pdf>, accessed on 20/10/ 2014
  18. Avilés, C., Juárez, M., Larsen, I. L., Rodas-González, A., & Aalhus, J. L. (2014). Effect of multiple vacuum packs on colour development and stability in beef steaks. *Meat Science*, 96, 124.
  19. Azizi Samir, M. A. S., Alloin, F., & Dufresne, A. (2005). Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field. *Biomacromolecules*, 6, 612–626.
  20. Azizi Samir, M. A. S., Alloin, F., Sanchez, J. Y., & Dufresne, A. (2004). Cellulose nanocrystals reinforced poly(oxyethylene). *Polymer*, 45, 4149–4157.
  21. Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M., & Debevere, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, 21, 33–42.
  22. Balamurugan, S., Nattress, F. M., Baker, L. P., & Dilts, B. D. (2011). Survival of *Campylobacter jejuni* on beef and pork under vacuum packaged and retail storage conditions: Examination of the role of natural meat microflora on *C. jejuni* survival. *Food Microbiology*, 28, 1003–1010.

23. Baranenko, D.A., Kolodyaznaya, V.S., Zabelina, N.A. (2013). Effect of composition and properties of chitosan-based edible coatings on microflora of meat and meat products. *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentari*, 12(2), 149-157.
24. Barbosa-Pereira, L., Aurrekoetxea, G. P., Angulo, I., Paseiro-Losada, P., & Cruz, J. M. (2014). Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef. *Meat Science*, 97(2), 249-254.
25. Barlow, C. Y., & Morgan, D. C. (2013). Polymer film packaging for food: An environmental assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 78, 74-80.
26. Baublits, R. T., & Sawyer, J. T. (2010). Method of packaging fresh meat products in a low oxygen environment, meat color improvement solution and pre-packaged food product. US, US20120301577 A1.
27. Bell, R. G., & Bourke, B. J. (1996). Recent developments in packaging of meat and meat products. In *Proceedings of the international developments in process efficiency and quality in the meat industry* (pp. 99-119), Dublin Castle, Ireland.
28. Bharadwaj, R. K. (2001). Modeling the barrier properties of polymer-layered silicate nanocomposites. *Macromolecules*, 34, 9189-9192
29. Bingol, E. B., & Ergun, O. (2011). Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. *Meat Science*, 88, 774-785.
30. Blacha, I., Krichesk, C., & Klein, G. (2014). Influence of modified atmosphere packaging on meat quality parameters of turkey breast muscles. *Journal of Food Protection*, 77, 127-132.
31. Bodenhamer, W. T. (2000). Method and Apparatus for Selective Biological Material detection. US Patent 6,051,388. (Toxin Alert, Inc., Canada).
32. Bonilla, J., Vargas, M., Atarés, L., Chiralt, A. (2014). Effect of chitosan essential oil films on the storage-keeping quality of pork meat products. *Food and Bioprocess Technology*, 7(8), 2443-2450.
33. Bornez, R., Linares, M. B., & Vergara, H. (2009). Microbial quality and lipid oxidation of Manchega breed suckling lamb meat: Effect of stunning method and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 83, 383-389.
34. Bornez, R., Linares, M. B., & Vergara, H. (2010). Effect of different gas stunning methods on Manchega suckling lamb meat packed under different

- modified atmospheres. *Meat Science*, 84, 727-734.
35. Bradley, E. L., Castle, L., & Chaudhry, Q. (2011). Applications of nanomaterials in food packaging with a consideration of opportunities for developing countries. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 604-610.
  36. Brody, A. L. (1997). Packaging of food. In A. L. Brody & K. S. Marsh (Eds.), *The Wiley encyclopedia of packaging* (2nd ed.). New York: Wiley (pp. 699-704) .
  37. Brody, A. L. (2007). Nanocomposite technology in food packaging. *Food Technology*, 61(10), 80-83.
  38. Brody, A. L., Bugusu, B., Han, J. H., Sand, C. K., & McHugh, T. H. (2008). Innovative food packaging solutions. *Journal of Food Science*, 73, R107-R116.
  39. Brody, A. L., Strupinsky, E. R., & Kline, L. R. (2001). *Active packaging for food applications*. Lancaster, PA, USA: Technomic PublishingCo. Inc.
  40. Burnett, S.L., Heltemes, J.H., Herdt, J.G., Podtburg, T.C., Gutzmann, T.A., Brown, D.G., Christianson, R.J., Ulland, H.L.E. (2014). Antimicrobial compositions and methods for treating packaged food products. CA 2611413 C.
  41. Buys, E. M., Nortjé, G. L., Jooste, P. J., & Von Holy, A. (2000). Combined effect of modified atmosphere bulk packaging, dietary vitamin E supplementation and microbiological contamination on colour stability of *Musculus gluteus medius*. *Meat Science*, 55, 403-411.
  42. Cachaldora, A., Garcia, G., Lorenzo, J. M., & Garcia-Fontan, M. C. (2013). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics and the shelf-life of “morquilla“, a typical cooked blood sausage. *Meat Science*, 93, 220-225.
  43. Cao, Y., Gu, W., Zhang, J., Chu, Y., Ye, X., Hu, Y., Chen, J. (2013). Effects of chitosan, aqueous extract of ginger, onion and garlic on quality and shelf life of stewed-pork during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 141, 1655-1660.
  44. Cascao-Pereira, L.G., Gebert, M.S., Mcauliffe, J.C. (2008). Oxidative protection of lipid layer biosensors. WO2007112273.
  45. Chao, Z.H. (2013). Nano preservation method for chilled fresh meat. CN103385282 A.
  46. Chawengkijwanich, C., & Hayata, Y. (2008). Development of TiO<sub>2</sub> powder-coated food packaging film and its ability to inactivate *Escherichia*

- coli in vitro and in actual tests. *International Journal of Food Microbiology*, 123, 288–292.
47. Chen, J. C. (2007). Vacuum skin packaging structure with high oxygen permeability. US, US2010055275 A1.
  48. Chen, J.H., Ren, Y., Seow, J., Liu, T., Bang, W.S., Yuk, H.G. (2012). Intervention Technologies for Ensuring Microbiological Safety of Meat: Current and Future Trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(2), 119–132.
  49. Chen, Q., Li, H., Zhao, J. & O, Q. (2014). Nanofiber material for pork preservation. China patent CN 103757727 A.
  50. Cheng, Q., Li, C., Pavlinek, V., Saha, P., & Wang, H. (2006). Surfacemodified antibacterial TiO<sub>2</sub>/Ag<sup>+</sup> nanoparticles: preparation and properties. *Applied Surface Science*, 252, 4154–4160.
  51. Chouliara, E., Badeka, A., Savvaidis, I., & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology*, 226, 877–888.
  52. Clark, M.N., Baughan, J.S. (2012). Nanotechnology regulation of food packaging. *Packaginglaw.com*. [http://www.packaginglaw.com/3378\\_.shtml](http://www.packaginglaw.com/3378_.shtml).
  53. Claudia, R.-C., & Francisco, J.-C. (2010). Effect of an argon-containing packaging atmosphere on the quality of fresh pork sausages during refrigerated storage. *Food Control*, 21, 1331–1337.
  54. Claus, J., & Du, C. (2014). Nitrite-embedded packaging film effects on beef color as influenced by meat age and muscle type. *Meat Science*, 96, 457–458.
  55. Coles, R., McDowell, D., & Kirwan, M. J. (2003). *Food packaging technology*. Oxford: Blackwell.
  56. Coma, V. (2008). Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat Science*, 78, 90–103.
  57. Commission Regulation (EU) No 10/2011. Plastic materials and articles intended to come into contact with food. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2011R0010:20111230:EN:PDF>, accessed on 12/01/2015
  58. Cook, A.J., & Fairweather, J. R. (2007). Intentions of New Zealanders to purchase lamb or beef made using nanotechnology. *British Food Journal*, 109, 675– 688

59. Cook, A.J., Kerr, G.N. and Moore, K. (2002). Attitudes and intentions towards purchasing GM food, *Journal of Economic Psychology*, 23, 557-572.
60. Cooksey, K. (2001). Antimicrobial food packaging materials. *Additives for Polymers*, 8, 6-10.
61. Coton, M., Joffraud, J. J., Mekhtiche, L., Leroi, F., & Coton, E. (2013). Biodiversity and dynamics of the bacterial community of packaged king scallop (*Pecten maximus*) meat during cold storage. *Food Microbiology*, 35, 99-107.
62. Crippa, A., Sydenstricker, T. H. D., & Amico, S. C. (2007). Performance of multilayer films of thermoformed packages. *Polímeros*, 17, 188-193.
63. DAFF (2013). Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Australia food statistics 2011-2012. <http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/ag-food/publications/food-stats/daff-foodstats-2011-12.pdf> (accessed on 8/10/2014)
64. Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beukend, E., Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology*, 19, S103-S112.
65. Damm, C., Munstedt, H., & Rosch, A. (2008). The antimicrobial efficacy of polyamide 6/silver-nano- and microcomposites. *Materials Chemistry and Physics*, 108, 61-66.
66. Daponte, T., Janssens, M. (2005). Masterbatch composition containing nano scalar zinc oxide for the production of transparent polyolefin films with UV-barrier properties. European patent EP 1609816 A1
67. Dawson, P., Cooksey, K., Mangalassary, S. (2012). Environmentally compatible packaging of muscle foods. Cp. 17. In *Advances in Meat, Poultry and Seafood Packaging* edited by Joseph P. Kerry. Woodhead Publishing.
68. de Azeredo, H. M. C. (2009). Nanocomposites for food packaging applications. *Food Research International*, 42, 1240-1253
69. de Azeredo, H. M. C. (2013). Antimicrobial nanostructures in food packaging. *Trends in Food Science & Technology* 30, 56-69.
70. De La Puerta M. C. C. N., Gutierrez, B.C., & Sanchez, J. C. (2010). Smart packaging for detecting microorganisms. Patent WO 2010128178 A1.
71. Dehnad, D., Mirzaei, H., Emam-Djomeh, Z., Jafaria, S.-M., Dadashi, S. 2014. Thermal and antimicrobial properties of chitosan-nanocellulose films for extending shelf life of ground meat. *Carbohydrate Polymers*, 109,148-154.

72. Delles, R. M., & Xiong, Y. L. (2014). The effect of protein oxidation on hydration and water-binding in pork packaged in an oxygen-enriched atmosphere. *Meat Science*, 97, 181-188.
73. Deng, Q. and Zhao, Y. (2011). Physicochemical, nutritional and antimicrobial properties of wine grape pomace extracts based films. *Journal of Food Science*, 76(3), E309-317.
74. Devatkal, S. K., Thorat, P., & Manjunatha, M. (2014). Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets.. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2685-2691.
75. Devlieghere, F., Vermeulen, A., Debevere, J. (2004). Chitosan: Antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology*, 21, 703-714.
76. Djenane, D., Martínez, L., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2004). Antioxidant effect of carnosine and carnitine in fresh beef steaks stored under modified atmosphere. *Food Chemistry*, 85, 453-459.
77. Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2002). Ability of  $\alpha$ -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 76, 407-415.
78. Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2003a). Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting. *Meat Science*, 64, 417-426.
79. Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2003b). The shelf-life of beef steaks treated with dl-lactic acid and antioxidants and stored under modified atmospheres. *Food Microbiology*, 20, 1-7.
80. Dogu-Baykut, E., & Gunes, G. (2014). Quality of ready-to-cook marinated chicken drumsticks as affected by modified atmosphere packaging during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 615-621.
81. Duan, J., Zhao, Y. (2010). Edible Coatings and Films and Their Applications on Frozen Foods. In “Handbook of Frozen Food Processing and Packaging” . Ed. Sun, D. CRC Press/Taylor & Francis.
82. Duizer, L.M., Robertson, T., Han, J. (2009). Requirements for packaging from an ageing consumer’ s perspective. *Packaging Technology and Science*, 22,

- 187-197.
83. Duncan, P.W., Robert, T.I. (2001). Meat product packaging. WO 2001049121 A1.
  84. Duncan, T. V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 363, 1-24.
  85. Durdag, K., Pendleton, B., Hamlyn, R., Gunn, V., Etchells, M. (2013). Biodegradable polymer non-woven absorbent pad with absorbency and antimicrobial chemistry. US patent US 20130295315 A1.
  86. Ebner, C. L., & Stockley, W. (2006) Vacuum packaging of a meat product using a film having a carbon dioxide scavenger. US, US20080138478 A1.
  87. Ebner, C.L., Matthews, A.E., Millwood, T.O. (2006). Oxygen scavenger compositions derived from isophthalic acid and/or terephthalic acid monomers or derivatives thereof. US 20067452601.
  88. EFSA (2009). The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety. *The EFSA Journal*, 958, 1-39. <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/958.pdf>
  89. Egan, A. F., Eustace, I. J., & Shay, B. J. Meat packaging-maintaining the quality and prolonging the storage life of chilled beef, pork and lamb. In: *Meat 88: Proceedings of Industry Day, Brisbane, 1988*. pp 68-75.
  - 90.
  91. Eilert, S. J. (2005). New packaging technologies for the 21st century. *Meat Science*, 71, 122-127.
  92. Elsabee, M.Z., Abdou, E.S. (2013). Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials Science and Engineering C*, 33, 1819-1841.
  93. Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M., & Soleimani-Zad, S. (2010). Evaluation of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on shelf life of fresh orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11, 742-748.
  94. Esmer, O. K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., & Degirmencioglu, A. (2011). The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, 88, 221-226.
  95. Ettinger, D. J. (2002). Active and Intelligent Packaging: A U.S. and EU Perspective. From [Packaginglaw.com](http://www.packaginglaw.com), [http://www.packaginglaw.com/2558\\_.shtml](http://www.packaginglaw.com/2558_.shtml).

96. Ettinger, D.J. and Clark, M. N. (2015) The regulation of food packaging materials in Japan. [http://www.packaginglaw.com/3383\\_.shtml](http://www.packaginglaw.com/3383_.shtml) (access on 23/01/2015)
97. EU Guidance to the Commission Regulation (EC) No 450/2009. Active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food. [http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/docs/guidance\\_active\\_and\\_intelligent\\_scofcah\\_231111\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/docs/guidance_active_and_intelligent_scofcah_231111_en.pdf), accessed on 12/01/2015
98. EU. 1995. Directive No. 95/2/CE. Commission Decision 20/02/1995, on food additives other than colours and sweeteners. Off. J. L61:0001-0040.
99. EU. 2009. Guidance to the commission regulation (EC) No 450/2009 of 29 May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food. Version 10. European Commission Health and Consumers Directorate-General Directorate E-Safety of the Food chain. E6-Innovation and sustainability.
100. Evans, S.P., Luthra, V.K., Santhanam, V., Kalathur, S., Sloan, A.R. (2003). Rapid oxygen absorption by using activators. US20036616861.
101. Farber, J. M. (1991). Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology - a review *Journal of Food Protection*, 54, 58-70.
102. FDA. (2004). Agency response letter. GRAS Notice No. GRN 000143. <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/ucm153974.htm>, accessed on 09/02/2015.
103. FDA. (2006). Food additives permitted for direct addition to food for human consumption 21 CFR172, subpart C. Coatings, films and related substances.
104. FDA. (2014a). Considering whether an FDA-regulated product involves the application of nanotechnology. Guidance for industry (<http://www.fda.gov/RegulatoryInformation/Guidances/ucm257698.htm>). Page Last Updated: 06/27/2014.
105. FDA. (2014b). FDA's approach to regulation of nanotechnology products. (<http://www.fda.gov/ScienceResearch/SpecialTopics/Nanotechnology/ucm301114.htm>). Page Last Updated: 06/24/2014.
106. Félix, J. S., Manzoli, J. E., Padula, M., & Monteiro, M. (2014). Evaluation of different conditions of contact for caprolactam migration from multilayer polyamide films into food simulants. *Packaging Technology and Science*, 27, 457-466.
107. Ferioli, F., Caboni, M. F., & Dutta, P. C. (2008). Evaluation of cholesterol

- and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. *Meat Science*, 80, 681-685.
108. Fernandes, R. d., P., Freire, M. T., Paula, E. S., Kanashiro, A. L., Catunda, F. A., Rosa, A. F., Balieiro, J. C., & Trindade, M. A. (2014). Stability of lamb loin stored under refrigeration and packed in different modified atmosphere packaging systems. *Meat Science*, 96, 554-561.
  109. Fernández, A., Picouet, P., & Lloret, E. (2010). Reduction of the spoilage-related microflora in absorbent pads by silver nanotechnology during modified atmosphere packaging of beef meat. *Journal of Food Protection*, 12, 2148-2349
  110. Fernández, K., Aspe, E., & Roeckel, M. (2009). Shelf-life extension on fillets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) using natural additives, superchilling and modified atmosphere packaging. *Food Control*, 20, 1036-1042.
  111. Framework Regulation (EC) No 1935/2004, Materials and articles which come into contact with food, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R1935:20090807:EN:PDF>, accessed on 23/01/2015.
  112. Franssen, L.R., Krochta, J. M. (2003). Edible coatings containing natural antimicrobials for processed foods. In S. Roller (Ed.), *Natural antimicrobials for minimal processing of foods* (pp. 250-262). Boca Raton: CRC Press.
  113. Fraqueza, M. J., Alfaia, C. M., & Barreto, A. S. (2012). Biogenic amine formation in turkey meat under modified atmosphere packaging with extended shelf life: Index of freshness. *Poultry Science*, 91, 1465-1472.
  114. FSANZ (2014). International regulations for food contact materials – P1034, <http://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/Documents/P1034-Packaging-CFS-SD2.pdf>, accessed on 23/01/2015.
  115. FSANZ. (2009). Assessment of microbiological hazards associated with the four main meat species, [http://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/documents/P1005%20PPPS%20for%20Meat%20\\_%20Meat%20Products%201AR%20SD1.pdf](http://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/documents/P1005%20PPPS%20for%20Meat%20_%20Meat%20Products%201AR%20SD1.pdf) (accessed on 8/10/2014).
  116. Galić, K., Ščetar, M., & Kurek, M. (2011). The benefits of processing and packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 127-137.
  117. Gamble, J., Muggleston, S., Hedderly, D., Parminter, T. and Richardson-Harman, N. (2000). Genetic engineering – the publics’ point-of-view. Mount

- Albert Research Centre. Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Limited, Auckland
118. Garcia-Esteban, M., Ansorena, D., & Astiasaran, I. (2004). Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, 67, 57-63.
  119. Gennadios, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B. (1997). Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT- Food Science and Technology*, 30, 337-350.
  120. Georgala, D. L., & Davidson, C. L. (1970). Food package. British Patent 1199998.
  121. Georgescu, I., Cobianu, C., Dumitru, V-G. (2008). Intelligent packaging method and system based on acoustic wave devices. US patent US 7755489 B2.
  122. Gill, C. (1996). Extending the storage life of raw chilled meats. *Meat Science*, 43, 99-109.
  123. Glitsch, K. (2000). Consumer perceptions of fresh meat quality: cross-national comparison. *British Food Journal*, 102, 177-194.
  124. Gomez, M., & Lorenzo, J. M. (2012). Effect of packaging conditions on shelf-life of fresh foal meat. *Meat Science*, 91, 513-520.
  125. Gomez-Estaca, J., Lopez-de-Dicastillo, C., Hernandez-Mu-noz, P., Catala, R., Gavara, R. (2014). Advances in antioxidant active food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 35, 42-51.
  126. Gould, G. W., Measures, J. C., Wilkie, D. R., Meares P. (1977). Water relations in single cells. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 278, 151-166.
  127. Grah, M. D. (2011). Increasing the gas transmission rate of a film comprising fullerenes. Canada patent CA 2618887 C.
  128. Gray, J. I., Goma, E. A., & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
  129. Greengrass, J. (1999) Packaging materials for MAP of foods. Principles and applications of modified atmosphere packaging of food. Aspen, Gaithersburg.
  130. Grobbel, J., Dikeman, M., Hunt, M., & Milliken, G. Different packaging environments alter tenderness and sensory traits from non-enhanced and injection-enhanced beef. In: Proceedings 53rd international congress of meat

- science and technology, 2007. pp 527-528
131. Grund, H., Lang, H., & Schauer, H. (2001). Five-layered, biaxially-oriented, sealable tubular film for the packaging and wrapping of paste-like foodstuffs meat and meat with bones and use thereof. US, US6998160 B2.
  132. Grunert, K. G., & Valli, C. (2001). Designer-made meat and dairy products: consumer-led product development. *Livestock Production Science*, 72, 83-98.
  133. Guarda, A., Valenzuela, X., Ramirez, A., Galotto, M.J. (2014). Process for obtaining a film that comprises the incorporation of natural antimicrobial agents in a polymeric structure. US 20140008836 A1.
  134. Gunes, G., Ozturk, A., Yilmaz, N., & Ozcelik, B. (2011). Maintenance of safety and quality of refrigerated ready-to-cook seasoned ground beef product (meatball) by combining gamma irradiation with modified atmosphere packaging. *Journal of Food Science*, 76, M413-420.
  135. Guo, M., Jin, T.Z., Wang, L., Joseph Scullen, O., Sommers, C.H. (2014). Antimicrobial films and coatings for inactivation of *Listeria innocua* on ready-to-eat deli turkey meat. *Food Control*, 40, 64-70.
  136. Guo, M., Jin, T.Z., Yang, Y. (2014). Antimicrobial polylactic acid packaging films against listeria and salmonella in culture medium and on ready-to-eat meat. *Food and Bioprocess Technology*, 7(11), 3293-3307.
  137. Gutiérrez, J. I., Tejada, J. F., Carrapiso, A. I., Petró, M. J., Lara, M. S., & Andrés, A. I. (2011). Shelf life of Merino lamb meat retail packaged under atmospheres of various compositions. *International Journal of Food Science & Technology*, 46, 492-499.
  138. Hagenmaier, R.E., Shaw, P.E. (1991). Permeability of shellac coatings to gases and water vapor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 39 (5), 825-829.
  139. Han, J. H. (2005). Antimicrobial packaging systems. In: Han, J.H., ed. *Innovations in Food Packaging*, Elsevier Academic Press: Amsterdam, The Netherlands, pp. 80-107.
  140. Han, J. H., Ho, C. H. L. & Rodrigues, E. t. (2005). Intelligent packaging. In: Han, J. H. (eds). *Innovative in food packaging*. Elsevier Academic Press: Amsterdam, The Netherlands, pp. 138-155.
  141. Haruo, O., & Toshio, H. (2006) High-speed vacuum individual packaging method for portion of meat. US, US2006045941 A1.
  142. He, J., Kunitake, T., & Nakao, A. (2003). Facile in situ synthesis of noble

- metal nanoparticles in porous cellulose fibers. *Chemistry of Materials*, 15, 4401e4406
143. He, S., Yang, Q., Ren, X., Zi1, J., Lu, S., Wang, S., Zhang, Y., Wan, Y. (2014). antimicrobial efficiency of chitosan solutions and coatings incorporated with clove oil and/or ethylenediaminetetraacetate. *Journal of Food Safety*, 34(4), 345-352.
  144. Helbert, W., Cavaille, C. Y., & Dufresne, A. (1996). Thermoplastic nanocomposites filled with wheat straw cellulose whiskers. Part I: processing and mechanical behaviour. *Polymer Composites*, 17(4), 604-611
  145. Hempel, A., Papkovsky, D., & Kerry, J. (2013). Use of optical oxygen sensors in non-destructively determining the levels of oxygen present in combined vacuum and modified atmosphere packaged pre-cooked convenience-style foods and the use of ethanol emitters to extend product shelf-life. *Foods*, 2, 507-520.
  146. Herbert, U., Rossaint, S., Khanna, M. A., & Kreyenschmidt, J. (2013). Comparison of argon-based and nitrogen-based modified atmosphere packaging on bacterial growth and product quality of chicken breast fillets. *Poultry Science*, 92, 1348-1356.
  147. Hertog, M. L. A. T. M., Belgium, K. U. L., & Banks, N. H. (2003) Improving MAP through conceptual models. In: Ahvenainen R (ed) *Novel food packaging techniques*. CRC, Boca Raton, Boston, New York, Washington, DC pp 338-346.
  148. Hettiarachchy, N.S., Stachithanadam, E. (2005). Organic acids incorporated edible antimicrobial films. EP 1545225 A1.
  149. Holst, E.J., Smit, N.R., Summerfield, J.W. (2012). Fresh meat color in vacuum packaged or modified atmosphere packaged fresh meat products. US20120027896 A1.
  150. Holte, B. (1993). An Apparatus for Indicating the Presence of CO<sub>2</sub> and a Method of Measuring and Indicating Bacterial Activity within a Container or Bag. PCT International Patent Application WO 93/15402.
  151. Hong, S. I., & Park, W. S. (2000). Use of color indicators as an active packaging system for evaluating kimchi fermentation. *Journal of Food Engineering*, 46, 67-72.
  152. Horan, T. J. (2000). Method for determining deleterious bacterial growth in packaged food utilizing hydrophilic polymers, US Patent 6149952.

153. Hornsby, W., & Trost, J. (2003) System and method for packaging meat products in low oxygen environment. US, US20030108643 A1.
154. Huang, B.Y., Zhou, Q. (2013). Potato modified starch and preparation method and application thereof. CN101864094 B.
155. Huang, H.B., Huang, G.Z., Huang, H.T., Zhou, X.J. (2013). Antibacterial preservation technology for conventional pickled bacon products. CN103238655 A.
156. Hurme, E., Sipiläinen-Malm, T., Ahvenainen, R., and Nielsen, T. (2002). 'Active and intelligent packaging' . In: Minimal Processing Technologies in the Food Industry. T. Ohlsson and N. Bengtsson (eds), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, pp. 87-123.
157. Ikemoto, Y., & Tsubouchi, K. (2005). Gas barrier shrink film and its manufacturing method. JP, JP2005111791 A.
158. Jakobsen, M., & Bertelsen, G. (2000). Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54, 49-57.
159. Jayas, D., & Jeyamkondan, S. (2002). PH—postharvest technology: modified atmosphere storage of grains meats fruits and vegetables. *Biosystems Engineering*, 82, 235-251.
160. Jayasena, D.D., Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 34, 96-108.
161. Jayasingh, P., Cornforth, D. P., Carpenter, C. E., & Whittier, D. (2001). Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. *Meat Science*, 59, 317-324.
162. Jenkins, W. A., & Harrington, J. P. (1991). Packaging foods with plastics. Technomic Pub. Co.
163. Jensen, J. S. (2005). Protecting quality of sliced meats. *New Food*, 8, 70,72-73.
164. Jeremiah, L. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short-or long-term distribution. *Food Research International*, 34, 749-772.
165. John, L., Cornforth, D., Carpenter, C. E., Sorheim, O., Pettee, B. C., & Whittier, D. R. (2005). Color and thiobarbituric acid values of cooked top

- sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0.4% carbon monoxide, or vacuum. *Meat Science*, 69, 441-449.
166. John, L., Cornforth, D., Carpenter, C., Sorheim, O., Pettee, B., & Whittier, D. (2004). Comparison of color and thiobarbituric acid values of cooked hamburger patties after storage of fresh beef chubs in modified atmospheres. *Journal of Food Science*, 69, C608-C614.
167. Jongberg, S., Skov, S. H., Tørrngren, M. A., Skibsted, L. H., & Lund, M. N. (2011). Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties. *Food Chemistry*, 128, 276-283.
168. Jung, J., Zhao Y. (2012). Comparison in antioxidant action between  $\alpha$ -chitosan and  $\beta$ -chitosan at a wide range of molecular weight and chitosan concentration. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 20(9), 2905-2911.
169. Jung, J., Zhao Y. (2013). Impact of the structural differences between  $\alpha$ - and  $\beta$ -chitosan on their depolymerizing reaction and antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(37), 8783-8789.
170. Júnior, A.V., Fronza, N., Foralosso, F.B., Dezen, D., Huber, E., Zimnoch dos Santos, J.H., Machado, R.A., Quadri, M.G.N. (2014). Biodegradable duo-functional active film: antioxidant and antimicrobial actions for the conservation of beef. *Food and Bioprocess Technology*, 8(1), 75-87.
171. Kanatt, S.R., Rao, M.R., Chawl, S.P., Sharm, A. (2014). Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 321-326.
172. Kanatt, S.R., Rao, M.S., Chawl, S.P., Sharma, A. (2012). Active chitosan-polyvinyl alcohol films with natural extracts. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 290-297.
173. Kannan, G., Chawan, C.B., Kouakou, B., Gelaye, B. (2002). Influence of packaging method and storage time on shear value and mechanical strength of intramuscular connective tissue of chevon. *Journal of Animal Science*, 80, 2383-2389
174. Kaplan, D.L., Singh, A. (2007). Antioxidant-functionalized polymers. US20070010632 A1.
175. Karabagias, I., Badeka, A., & Kontominas, M. G. (2011). Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 88, 109-116.

176. Keller and Heckman LLP's Packaging Practice Group. (2002). Special focus technical considerations in the regulation of active packaging in the U.S. Jun 2002. [http://www.packaginglaw.com/2559\\_shtml](http://www.packaginglaw.com/2559_shtml).
177. Kester, J.J., Fennema, O.R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, 40, 47-59.
178. Khan, A., Huq, T., Khan, R.A., Riedl, B., Lacroix, M. (2014). Nanocellulose-based composites and bioactive agents for food packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(2), 163-174.
179. Khan, M.I., Adres, M.N., Tariq, M.R., Sohaib, M. (2013). Application of edible coating for improving meat quality: A review. *Pakistani Journal of Food Science*, 23(2), 2013, 71-79.
180. Khwaldia, K., Perez, C., Banon, S., Desobry, S., Hardy, J. (2004). Milk proteins for edible films and coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 239-251.
181. Kim, Y. H. B., Stuart, A., Rosenvold, K., & MacLennan, G. (2013). Effect of forage and retail packaging types on meat quality of long-term chilled lamb loins. *Journal of Animal Science*, 91, 5998-6007.
182. Kim, Y. H., Huff-Lonergan, E., Sebranek, J. G., & Lonergan, S. M. (2010). High-oxygen modified atmosphere packaging system induces lipid and myoglobin oxidation and protein polymerization. *Meat Science*, 85, 759-767.
183. Koenig, M. Effern, V. Redmann-Schmid, S. & Lutz, W. (2008). Food casing based on cellulose hydrate with nanoparticles. US patent US 20080145576 A1.
184. Koh, H.C., Park, J.S., Jeong, M.A., Hwang, H.Y., Hong, Y.T., Ha, S.Y. (2008). Preparation and gas permeation properties of biodegradable polymer/layered silicate nanocomposite membranes. *Desalination*, 233, 201-209.
185. Kress-Rogers, E. (1993). The maker concept: frying oil monitor and meat freshness indicator. In: E. Kress-Rogers (ed.), *Instrumentation and Sensors for the Food Industry*. Boston, MA, USA: Butterworth Heinemann.
186. Kumanayaka, T. O., Parthasarathy, R., & Jollands, M. (2010). Accelerating effect of montmorillonite on oxidative degradation of polyethylene nanocomposites. *Polymer Degradation and Stability*, 95, 672-676.
187. Kumar, R. & Munstedt, H. (2005). Silver ion release from antimicrobial polyamide/silver composites. *Biomaterials*, 26, 2081-2088.
188. Kuorwel, K.K., Cran, M.J., Sonneveld, K., Miltz, J., Bigger, S.W. (2011).

- Antimicrobial activity of biodegradable polysaccharide and protein-based films containing active agents. *Journal of Food Science*, 76(3), R90-R102.
189. Labuza, T. P. (1968). Sorption phenomena in foods. *Food Technology*, 22, 263-265, 268, 270, 272.
  190. Lagaron, J. M. and Lopez-Rubio, A. (2011). Nanotechnology for bioplastics: opportunities, challenges and strategies. *Trends in Food Science & Technology* 22, 611-617.
  191. Lagaron, J. M., & Fendler, A. (2009). High water barrier nanobiocomposites of methyl cellulose and chitosan for film and coating applications. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, 25, 47-59
  192. Lagaron, J. M., Cabedo, L., Cava, D., Feijoo, J. L., Gavara, R., & Gimenez, E. (2005). Improving packaged food quality and safety. Part 2: nanocomposites. *Food Additives and Contaminants*, 22, 994-998.
  193. Lagaron, J. M., Catala, R., & Gavara, R. (2004). Structural characteristics defining high barrier polymeric materials. *Materials Science and Technology*, 20, 1-7.
  194. Lagerstedt, A., Lundstrom, K., & Lindahl, G. (2011). Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M. longissimus dorsi* steaks after different ageing times. *Meat Science*, 87, 101-106.
  195. Laimer, W. (2011) Protective gas for packaging meat or sausages. DE, DE102011122769 A1.
  196. Landrock, A., & Wallace, G. (1955). Discoloration of fresh red meat and its relationship to film oxygen permeability. *Food Technology*, 9, 194-196.
  197. Lauzurica, S., de la Fuente, J., Diaz, M. T., Alvarez, I., Perez, C., & Caneque, V. (2005). Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. *Meat Science*, 70, 639-646.
  198. Ledward, D. A. (1970). Metmyoglobin formation in beef stored in carbon dioxide enriched and oxygen depleted atmospheres. *Journal of Food Science*, 35, 33-37.
  199. Lee, D.S. 2014. Antioxidant packaging system. In J. H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging* (pp. 111-131). San Diego, USA: Academic Press.
  200. Lee, J. Y. (2005). Packaging meat in vacuum by packaging meat with bamboo leaf slices or bamboo leaf powder prior to vacuum packaging of

- meat, capable of reducing product spoilage. KR20050019586 A.
201. Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C. (2011). Protein and lipid oxidative stability of fresh ostrich *M. Iliofibularis* packaged under different modified atmospheric packaging conditions. *Food Chemistry*, 127, 1659–1667.
  202. Li, X., Liu, A., Ye, R., Wang, Y., Wang, W. (2015). Fabrication of gelatin-laponite composite films: Effect of the concentration of laponite on physical properties and the freshness of meat during storage. *Food Hydrocolloids*, 44, 390–398.
  203. Lim, S.L., Wan Rosli, W.I. (2014). Nutritional composition and lipid oxidation stability of beef patties packed with biodegradable and non-biodegradable materials. *Sains Malaysiana*, 43(8), 1197–1203.
  204. Lima, M. M. D., & Borsali, R. (2004). Rodlike cellulose microcrystals: structure, properties, and applications. *Macromolecular Rapid Communications*, 25, 771–787.
  205. Limbo, S., Torri, L., Sinelli, N., Franzetti, L., & Casiraghi, E. (2010). Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. *Meat Science*, 84, 129–136.
  206. Lin, J., Su, B.H., Chen, J.B., Ye, X.Y. (2013). Edible composite preservative film applied to preservation of fresh pork in supermarket. CN102977414 A.
  207. Linares, M. B., & Vergara, H. (2012). Effect of gas stunning and modified-atmosphere packaging on the quality of meat from Spanish Manchego light lamb. *Small Ruminant Research*, 108, 87–94.
  208. Linares, M. B., Berruga, M. I., Bornez, R., & Vergara, H. (2007). Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. *Meat Science*, 76, 715–720.
  209. Linares, M. B., Bórnez, R., & Vergara, H. (2008). Effect of stunning systems on meat quality of Manchego suckling lamb packed under modified atmospheres. *Meat Science*, 78, 279–287.
  210. Liu, C., Zhang, Y., Yang, X., Liang, R., Mao, Y., Hou, X., Lu, X., & Luo, X. (2014). Potential mechanisms of carbon monoxide and high oxygen packaging in maintaining color stability of different bovine muscles. *Meat Science*, 97, 189–196.
  211. Liu, W., Zang, Z.Y. (2012). Edible soy protein casing film and preparation method thereof. CN101715870 B.

212. Liu, X.H., Xie, S. Y., Zhou, L. B., Yang, Y., Li, H. B. (2013). Preparation method of nano TiO<sub>2</sub> powder and method for preparing oxygen gas indicator from nano TiO<sub>2</sub> powder. China patent CN103641163A
213. Llorens, A., Lloret, E., Picouet, P.A., Trbojevich, R., and Fernandez, A. (2012). Metallic-based micro and nanocomposites in food contact materials and active food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 24, 19–29.
214. Lloret, E., Picouet, P., & Fernández, A. (2012). Matrix effects on the antimicrobial capacity of silver based nanocomposite absorbing materials. *LWT - Food Science and Technology*, 49, 333–338.
215. Lopez Rubio, A., Almenar, E., Hernandez Munoz, P., Lagaron, J., Catala, R., & Gavara, R. 2004. Overview of active polymer-based packaging technologies for food applications. *Food Reviews International*, 20, 357–387.
216. Lorenzo, J. M., & Gomez, M. (2012). Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 92, 610–618.
217. Lövenklev, M., Artin, I., Hagberg, O., Borch, E., Holst, E., & Rastrom, P. (2004). Quantitative interaction effects of carbon dioxide, sodium chloride, and sodium nitrite on neurotoxin gene expression in nonproteolytic *Clostridium botulinum* type B. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 2928–2934.
218. Lu, L.X., Cai Y., & Zheng, W. Z. (2011). Time temperature indicator based on lipase reaction diffusion. China patent CN201964968U.
219. Lu, L.X., Jia Z.Q., Cai Y. (2011). Microbial type time-temperature indicator for low-temperature circulation items. China patent CN102507576B.
220. Lund, M. N., Hviid, M. S., & Skibsted, L. H. (2007). The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. *Meat Science*, 76, 226–233.
221. Luño, M., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (1998). Shelf-life extension and colour stabilisation of beef packaged in a low O<sub>2</sub> atmosphere containing CO: Loin steaks and ground meat. *Meat Science*, 48, 75–84.
222. Luño, M., Roncalés, P., Djenane, D., & Beltrán, J. A. (2000). Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres containing different low CO concentrations. *Meat Science*, 55, 413–419.
223. Mach, N., Bach, A., Velarde, A., Devant, M. (2008). Association between

- animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78, 232-238.
224. Macquarrie, R. (2005). Edible film formulation. US20050181020 A1.
225. Macquarrie, R. (2012). Vegetable casing film and method for production of tubular sausage casings. EP2482668 A1.
226. Macquarrie, R. (2014). Edible film compositions for processing of meat products. US 8728561 B2.
227. Macquarrie, R., Schupp, K., Taylor, P. (2004). Containing konjac and/or gellan gum; overcoming thermo-reversibility of carrageenan gel; nondisintegrating when exposed to hot or boiling water. US6730340 B1.
228. Maftoonazad, N., Badii, F., Shahamirian, M. (2013). Recent innovations in the area of edible films and coatings. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 5(3), 201-213.
229. Mahalik, N.P., Nambiar, A.N. (2010). Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. *Trends in Food Science & Technology*, 21(3), 117-128.
230. Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121.
231. Mancini, R. A., Suman, S. P., Konda, M. K., & Ramanathan, R. (2009). Effect of carbon monoxide packaging and lactate enhancement on the color stability of beef steaks stored at 1 degrees C for 9 days. *Meat Science*, 81, 71-76.
232. Manthou V, Vlachopoulou M. (2001). Bar-code technology for inventory and marketing management systems: A model for its development and implementation. *International Journal of Product Economics*, 71(1-3):157-64.
233. Marcos, B., Sárraga, C., Castellari, M., Kappen, F., Schennink, G., Arnau, J. (2014). Development of biodegradable films with antioxidant properties based on polyesters containing  $\alpha$ -tocopherol and olive leaf extract for food packaging applications. *Food Packaging and Shelf-life*, 1(2), 140-150.
234. Mastromatteo, M., Incoronato, A. L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2011). Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 150, 1-7.
235. Maté, J.I., Krochta, J.M. 1997. Whey protein and acetylated monoglyceride edible coatings: effect on the rancidity process of walnuts. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry, 45 (7), 2509–2513.
236. McDonald, N. 2013. Standards, regulations and testing of biodegradable polymers. Organic Waste Systems, Inc. Presentation at GPEC Conference, March 6, 2013, London, Ontario.
  237. McMillin, K. W. (1996). Initiation of oxidative processes in muscle foods. In: Proceedings 49th reciprocal meat conference, 9–12 June 1996. Provo, Utah, USA, pp 53–64
  238. Meischen, H., Huffman, D., & Davis, G. Branded beef-product of tomorrow today. In: Proceedings of the Reciprocal Meat Conference, 1987. pp 37–46
  239. Melero, B., Diez, A. M., Rajkovic, A., Jaime, I., & Rovira, J. (2012). Behaviour of non-stressed and stressed *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter jejuni* cells on fresh chicken burger meat packaged under modified atmosphere and inoculated with protective culture. *International Journal of Food Microbiology*, 158, 107–112.
  240. Mennecke, B., & Townsend, A. (2005). Radio frequency identification tagging as a mechanism of creating a viable producer's brand in the cattle industry. MATRIC (Midwest Agribusiness research and Information Center) research Paper 05-MRP 8. Available from [http:// www.matric.iastate.edu](http://www.matric.iastate.edu).
  241. Mensitieri, G., Di Maio, E., Buonocore, G. G., Nedi, I., Oliviero, M., Sansone, L., & Iannace, S. (2011). Processing and shelf life issues of selected food packaging materials and structures from renewable resources. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 72–80.
  242. Mihindukulasuriya, S.D.F. & Lim, L.-T. (2014). Nanotechnology development in food packaging: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 40 149–167.
  243. Mize, J. A. (2005). Multicomponent package. US, US20070092610 A1.
  244. Mohan, A.M. 2010. Biodegradable polymers market to grow at 13% through 2014. *Packaging world.com*. <http://www.packworld.com/sustainability/strategy/biodegradable-polymers-market-grow-13-through-2014>.
  245. Mondry, H. (1996). Packaging systems for processed meat. In S. A. Taylor, A. Raimundo, M. Severini, & F. J.M. Smulders (Eds.), *Meat quality and meat packaging*. Utrecht, Holland: ECCEAMST (pp. 323–333).
  246. Moorhead, S., & Bell, R. (1999). Psychrotrophic clostridia mediated gas and botulinal toxin production in vacuum-packed chilled meat. *Letters in Applied*

- Microbiology, 28, 108-112.
247. Moraru, C. I., Panchapakesan, C. P., Huang, Q., Takhistov, P., Liu, S., & Kokini, J. L. (2003). Nanotechnology: a new frontier in Food Science. *Food Technology*, 57, 24-29.
  248. Mori, N., & Arai, I. (2004). Food product packaging film. US, US2004191368 A1
  249. Mori, Y. (2010). Rules on food contact materials and articles in Japan, in *Global legislation for Food Packaging Materials*, R.V. Rinus Rijk, Editor. 2010, Wiley-VCH: Weinheim. p. 291-319.
  250. Morones JR, Elechiguerra JL, Camacho A, Holt K, Kouri JB, Ramirez JT. (2005). The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 16, 2346-2353.
  251. Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerryh, J. P., & Buckleyh, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, S73-S86.
  252. Morsy, M.K., Khalaf, H.H., Sharoba, A.M., El-Tanahi, H.H., Cutte, C.N. (2014). Incorporation of Essential Oils and Nanoparticles in Pullulan Films to Control Foodborne Pathogens on Meat and Poultry Products. *Journal of Food Science*, 79(4), M675-M684.
  253. Mousavi, A., Sarhavi, M., Lenk, A., & Fawcett, S. (2002). Tracking and traceability in the meat processing industry: a solution. *British Food Journal*, 104, 7-19.
  254. Mullan, M., & McDowell, D. (2003) *Modified atmosphere packaging. Food packaging technology*. CRC, Boca Raton.
  255. Müller, R.J. (2003). Biodegradability of polymers: regulations and methods for testing, Ch 12 in *Biopolymers Volume 10 General Aspects and Special Applications*. Ed. A. Steinbüchel, John Wiley & Sons, Ltd, Weinheim, Germany.
  256. Muller, S. A. (1990). Packaging and Meat Quality. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 23, 22-25.
  257. Munro, I. C., Haighton, L. A., Lynch, B. S., & Tafazoli, S. (2009). Technological challenges of addressing new and more complex migrating products from novel food packaging materials. *Food Additives and Contaminants*, 26(12), 1534-1546.
  258. Muppall, S.R., Kanatt, S.R., Chawl, S.P., Sharm, A. (2014). Carboxymethyl

- cellulose-polyvinyl alcohol films with clove oil for active packaging of ground chicken meat. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(2), 51-58.
259. Murphy, K. M., O'Grady, M. N., & Kerry, J. P. (2013). Effect of varying the gas headspace to meat ratio on the quality and shelf-life of beef steaks packaged in high oxygen modified atmosphere packs. *Meat Science*, 94, 447-454.
260. NLR (The National Law Review Co.). (2014). Nanotechnology in food production: FDA finalizes guidance on manufacturing process changes for food additives. <http://www.natlawreview.com/article/nanotechnology-food-production-fda-finalizes-guidance-manufacturing-process-changes->. Posted on July 1, 2014.
261. Nørung, B., Buncic, S. (2008). Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Science* 78, 14-24
262. Ogiue, H., & Hanai, T. (2006) Film for packaging meat. JP, JP2008127035 A.
263. Oksman, K., Mathew, A. P., Bondeson, D., & Kvien, I. (2006). Manufacturing process of cellulose whiskers/polylactic acid nanocomposites. *Composites Science and Technology*, 66, 2776-2784.
264. Oliveira, L. M., Sarantópoulos, C. I. G. L., Cunha, D. G., & Lemos, A. B. (2006). Thermoformed and thermoprocessable plastic packages for processed meat. *Polímeros*, 16, 202-210.
265. Ortolani, R., Sagratini, G., Sirocchi, V., Vittori, S. (2013). Material for packaging fresh food of animal origin inhibiting the development of biogenic amines. WO 2013084175 A1.
266. Owczarek-Fendor, A., Vermeulen, A., Van Bree, I., Eriksson, M., Lescouhier, S., De Smet, S., De Meulenaer, B., & Devlieghere, F. (2014). Effect of muscle, ageing time and modified atmosphere packaging conditions on the colour, oxidative and microbiological stability of packed beef. *International Journal of Food Science & Technology*, 49, 1090-1098.
267. Ozdemir, M., & Floros, J. D. (2004). Active food packaging technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 185-193.
268. Paiva, L. B., Morales, A. R., & Diaz, F. R. V. (2008). Organoclays: properties preparation and applications. *Applied Clay Science*, 42, 8-24.
269. Paralikar, S. A., Simonsen, J., & Lombardi, J. (2008). Poly(vinyl alcohol)/cellulose nanocrystal barrier membranes. *Journal of Membrane Science*, 320, 248-258.

270. Park, H. M., Lee, W. K, Park, C. Y., Cho, W. J., & Ha, C. S. (2003). Environmentally friendly polymer hybrids: part I. Mechanical, thermal, and barrier properties of the thermoplastic starch/clay nanocomposites. *Journal of Mater Science*, 38, 909–915
271. Park, S., Hettiarachcht, N.S., Ju, Z.Y., Gennadios, A. (2002). Formation and properties of soy protein films and coatings. In: A Gennadios, ed. *Protein-based films and coatings*. Boca Raton, FL: CRC Press, pp 123–137.
272. Park, S.I, Daeschel, M.A., Zhao, Y. (2004). Functional properties of antimicrobial lysozyme–chitosan composite films. *Journal of Food Science*, 69, M215–221.
273. Parra, V., Viguera, J., Sanchez, J., Peinado, J., Esparrago, F., Gutierrez, J. I., & Andres, A. I. (2010). Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Science*, 84, 760–768.
274. Peelman, N., Ragaert, P., Vandemoortele, A., Verguldt, E., Meulenaer, B.D., Devlieghere, F. (2014). Use of biobased materials for modified atmosphere packaging of short and medium shelf-life food products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 26, 319–329.
275. Pennacchia, C., Ercolini, D., & Villani, F. (2011). Spoilage-related microbiota associated with chilled beef stored in air or vacuum pack. *Food Microbiology*, 28, 84–93.
276. Pereira de Abreu, D. A., Cruz, J. M. & Paseiro Losada, P. (2012). Active and intelligent packaging for the food industry. *Food Reviews International*, 28, 146–187.
277. Pereira De Abreu, D.A., Cruz, J.M., Losada, P.P. (2012). Active and intelligent packaging for the food industry. *Food Reviews International*, 28,146–187.
278. Petersson, L., Kvien, I., & Oksman, K. (2007). Structure and thermal properties of poly(lactic acid)/cellulose whiskers nanocomposite materials. *Composites Science and Technology*, 67, 2535–2544.
279. Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, V., & Savvaidis, I. N. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. *International Journal of Food Microbiology*, 156, 264–271.
280. Pierson, M. D., Smoot, L. A., & Robach, M. C. (1983). Nitrite, nitrite

- alternatives, and the control of clostridium botulinum in cured meats. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 17, 141-187.
281. Piringer, O. G. & Baner, A. L. (2000). *Plastic packaging materials for food*. Wiley VCH, Weinheim.
282. Podsiadlo, P., Choi, S. Y., Shim, B., Lee, J., Cuddihy, M., & Kotov, N. A. (2005). Molecularly engineered nanocomposites: layer-by-layer assembly of cellulose nanocrystals. *Biomacromolecules*, 6, 2914-2918.
283. Pointon, A., Jenson, I., Jordan, D., Vanderlinde, P., Slade, J., & Sumner, J. (2006). A risk profile of the Australian red meat industry: Approach and management. *Food Control*, 17, 712-718.
284. Porter, J., Ting, Y.-P. R., & Moul, T. D. (2003). *Lamination for specialty meat packaging*. US, US2003170409 A1.
285. Premanathan, M., Karthikeyan, K., Jeyasubramanian, K., & Manivannan, G. (2011). Selective toxicity of ZnO nanoparticles toward Gram-positive bacteria and cancer cells by apoptosis through lipid peroxidation. *Nanomedicine*, 7, 184-192.
286. Prince, T. A. (1989) *Modified atmosphere packaging of horticultural commodities*. Controlled/modified atmosphere/vacuum packaging of foods. Food & Nutrition Press, Trumbull, Connecticut.
287. Puolanne, E., & Halonen, M. (2010). Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Science*, 86, 151-165.
288. Qi, L. F., Xu, Z. R., Jiang, X., Hu, C., & Zou, X. (2004). Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. *Carbohydrate Research*, 339, 2693-2700.
289. Qin, H., Zhao, C., Zhang, S., Chen, G., & Yang, M. (2003). Photooxidative degradation of polyethylene/montmorillonite nanocomposite. *Polymer Degradation and Stability*, 81, 497-500
290. Qin, Y.Y., Yang, J.Y., Lu, H.B., Wang, S.S., Yang, J., Yang, X.C., Chai, M., Li, L., Cao, J.X. (2013). Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 312-316.
291. Quan, C. & Stevens, R. (1998). *Protein Coupled Colorimetric Analyte Detectors*. PCT International Patent Application WO 95/33991.
292. Rakshit, M., Ramalingam, C. (2013). Gum acacia coating with garlic and cinnamon as an alternate, natural preservative for meat and fish. *African*

- Journal of Biotechnology, 12(4), 406-413.
293. Ramamoorthi, L., Toshkov, S., & Brewer, M. S. (2009). Effects of carbon monoxide-modified atmosphere packaging and irradiation on E. coli K12 survival and raw beef quality. *Meat Science*, 83, 358-365.
  294. Rao, D. N. & Sachindra, N. M. (2002). Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International*, 18, 263-293
  295. Rao, D. N., & Sachindra, N. M. (2002). Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. *Food Reviews International*, 18, 263-293.
  296. REACH- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/reach/index_en.htm), accessed on 23/01/2015
  297. Restuccia, D., Spizzirri, U. G., Parisi, O. I. et al. (2010). New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control* 21, 1425-1435
  298. Rhim, J.W., Hong, S.I., Park, H.M., Ng, P.K.W. (2006). Preparation and characterization of chitosan-based nanocomposite films with antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5814-5822
  299. Rhim, J-W, Park, H-M., Ha, C-S. (2013). Bio-nanocomposites for food packaging applications. *Progress in Polymer Science*, 38, 1629-1652
  300. Ripoll, G., Joy, M., & Munoz, F. (2011). Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Science*, 87, 88-93.
  301. Roberge, M., & Fredette, J.-P. (2009). Anti-leak meat pack, food packaging tray therefore, and associated methods. WO, WO2010063094 A1.
  302. Robertson, G. L. (1993). *Food packaging: principles and practice*. Marcel Dekker, New York.
  303. Robertson, G. L. (2005). *Food packaging: Principles and practice*. New York: CRC press.
  304. Robertson, G. L. (2006). *Food packaging: principles and practice*. Food science and technology. Boca Raton: Taylor & Francis.
  305. Robertson, G.L. (2013). Edible, biobased and biodegradable food packaging materials. Ch. 3 In "Food Packaging: Principles and Practice," 3rd ed., 49-90, CRC Press, Boca Raton, Fla.

306. Robertson, G.L. (2014). Biobased but not biodegradable. *Food Technology*, 68(6), 61–70.
307. Rogers, H. B., Brooks, J. C., Martin, J. N., Tittor, A., Miller, M. F., & Brashears, M. M. (2014). The impact of packaging system and temperature abuse on the shelf life characteristics of ground beef. *Meat Science*, 97, 1–10.
308. Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O. (2009). Edible coatings to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 20(10), 438–447.
309. Rooney, M. L. (2005). Oxygen-scavenging packaging. In J. H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging* (pp. 123e137). San Diego, USA: Elsevier Academic Press.
310. Rosnes, J. T., Sivertsvik, M., & Skara, T. (2003) Combining MAP with other preservation techniques. In: Ahvenainen R (ed) *Novel food packaging techniques*. CRC, Boca Raton, Boston, New York, Washington, DC pp 228–301.
311. Roveda, C., & Capitani, S. (2006) Packaging process for fresh meat products, new fresh meat package obtainable thereby and twin lidding film suitable therefor. CA, CA2598404 A1.
312. Rubio, B., Martinez, B., Gonzalez-Fernandez, C., Garcia-Cachan, M. A., Rovira, J., & Jaime, I. (2007). Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: “Cecina de leon“. *Meat Science*, 75, 515–522.
313. Sanches-Silva. A., Costa, D., Albuquerque, T.G., Buonocore, G.G., Ramos, F., Castilho, M.C., Machado, A.V., Costa, H.S. (2014). Trends in the use of natural antioxidants in active food packaging: a review. *Food Additives and Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*. 31(3), 374–95.
314. Sánchez-Escalante, A., Djenane, D., Torrescano, G., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2001). The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58, 421–429.
315. Sanchez-Garcia, M. D., & Lagaron, J. M. (2010). Novel clay based nanobiocomposites of biopolyesters with synergistic barrier to UV light. *Journal of Applied Polymer Science*, 118(1), 188–199.

316. Sanchez-Garcia, M. D., Gimenez, E., & Lagaron, J. M. (2008). Morphology and barrier properties of solvent cast composites of thermoplastic biopolymers and purified cellulose fibers. *Carbohydrate Polymers*, 71, 235-244.
317. Sanchez-Garcia, M. D., Lopez-Rubio, A. and Lagaron, J. M. (2010). Natural micro and nanobiocomposites with enhanced barrier properties and novel functionalities for food biopackaging applications. *Trends in Food Science & Technology* 21 528-536.
318. Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B.E., Santos-López, E.M., Amaro-Reyes, A., Barboza-Corona, J.E., Regalado, C. (2014). Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation. *The Scientific World Journal*, Volume 2014, Article ID 248935,
319. Sandhya (2010). Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 381-392.
320. Sandusky, C. L., Reynhout, G. S., & Jones, T. S. (2001). Method of extending color life of modified atmosphere packaged fresh red meat using labiatae plant extracts. WO, WO0189308 A2.
321. Ščetar, M., Kurek, M., Galić, K. (2010). Trends in meat and meat products packaging - a review. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 2 (1), 32-48.
322. Sharma, V. K., Yngard, R. A., & Lin, Y. (2009). Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145, 83-96.
323. Siegel, D. G., & Nelson, K. P. (2010) A film that uses an oxide of nitrogen to create nitroxymyoglobin and maintain the red colour of fresh meat. NZ, NZ550224 A.
324. Siegel, D., Nelson, K.P. (2007). Packaging method that causes and maintains the preferred red color of fresh meat. US20070275134 A1.
325. Siegel, D., Nelson, K.P. (2012a). Packaging articles, films and methods that promote or preserve the desirable color of meat. US8110259 B2.
326. Siegel, D., Nelson, K.P. (2012b). Improved packaging method that causes and maintains the preferred red color of fresh meat. US8110259 B2.
327. Siegel, D.G., Nelson, K.P., Michaud, R.A. (2014). Webs with synergists that promote or preserve the desirable color of meat. US 8741402 B2.
328. Siegel, D.G., Nelson, K.P., Pockat, G.R., Schell, T.A., et al. (2013). Method

- for distributing a myoglobin-containing food product. US8545950 B2.
329. Silva-Weiss, M. Ih, Sobral, P. J. A., Gómez-Guillén, M. C., Bifani, V. (2013). Natural additives in bioactive edible films and coatings: functionality and applications in foods. *Food Engineering Reviews*, 5(4), 200–216.
330. Singh, R. P. (2000). Scientific principles of shelf-life evaluation. In: Man, D., & Jones, A. (eds). *Shelf-life evaluation of food*, 2nd ed. Gaithersburg, Md., Aspen Publishers. p 3–22
331. Sinha, R. S., & Okamoto, M. (2003). Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing. *Progress in Polymer Science* 28, 1539–1641
332. Sivertsvik, M. (2000). Use of soluble gas stabilisation to extend shelf-life of fish. In: S.A. Georgakis (Ed.), *Pro-ceedings of 29th WEFTA-meeting* (pp. 79–91). Leptocarya, Pieria, Thessaloniki, Greece: Greek Society of Food Hygienists and Technologists (October 10–14, 1999).
333. Slinde, E., Egelanddal, B. (2014). Meat treatment and preservation method. US20140227408 A1.
334. Smiddy, M., Papkovskaia, N., Papkovsky, D. B., & Kerry, J. P. (2002). Use of oxygen sensors for the non-destructive measurement of the oxygen content in modified atmosphere and vacuum packs of cooked chicken patties: impact of oxygen content on lipid oxidation. *Food Research International*, 35, 577–584.
335. Smiddy, M., Papkovsky, D. B., & Kerry, J. P. (2002). Evaluation of oxygen content in commercial modified atmosphere packs (MAP) of processed cooked meats. *Food Research International*, 35, 571–575.
336. Smolander, M. (2000). Freshness indicators for direct quality evaluation of packaged foods. In: *International Conference on Active and Intelligent Packaging, Conference Proceedings*, 7–8 September, pp. 1–16. Campden & Chorleywood Food Research Association Group, Chipping Campden, UK.
337. Smolander, M., & Chaudhry, Q. (2010). Nanotechnologies in Food Packaging. In Chaudhry, Q., Castle, L., Watkins, R. (eds). *Nanotechnologies in Food*. Cambridge : RSC Pub.
338. Smolander, M., Alakomi, H.-L., Ritvanen, T., Vainionpaa, J., & Ahvenainen, R. (2004). Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions: Time-temperature indicators as quality-indicating tools. *Food Control* 15, 217–29.

339. Smolander, M., Hurme, E., Latva-Kala, K., Luoma, T., Alakomi, H. L., & Ahvenainen, R. (2002). Myoglobin-based indicators for the evaluation of freshness of unmarinated broiler cuts. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 279-288
340. Sondi, I., Salopek-Sondi, B. (2004) Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria. *Journal of Colloid Interface Science*, 275, 177-182.
341. Song, I. H., Kim, W. J., Jo, C., Ahn, H. J., Kim, J. H., & Byun, M. W. (2003). Effect of Modified Atmosphere Packaging and Irradiation in Combination on Content of Nitrosamines in Cooked Pork Sausage. *Journal of Food Protection*, 66, 1090-1094.
342. Sørheim, O., Nissen, H., & Nesbakken, T. (1999). The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide. *Meat Science*, 52, 157-164.
343. Sørheim, O., Ofstad, R., & Lea, P. (2004). Effects of carbon dioxide on yield, texture and microstructure of cooked ground beef. *Meat Science*, 67, 231-236.
344. Sorrentino, A., Gorrasi, G. and Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging applications *Trends in Food Science & Technology*, 18, 84-95.
345. Spencer, K. C. (1994). Method of preserving foods using noble gases. US, US6342261 B1.
346. Speranza, B., Corbo, M. R., Conte, A., Sinigaglia, M., & Del Nobile, M. A. (2009). Microbiological and sensorial quality assessment of ready-to-cook seafood products packaged under modified atmosphere. *Journal of Food Science*, 74, M473-478.
347. Stasiewicz, M., Lipiński, K., & Cierach, M. (2012). Quality of meat products packaged and stored under vacuum and modified atmosphere conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 1-8.
348. Stolzenhoff, H. (2014). Method for producing a marked meat product. US20140154360 A1.
349. Stuchell, Y.M., Krochta, J.M. (1995). Edible coatings on frozen king salmon: effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation. *Journal of Food Science*, 60(1), 28-31.
350. Suman, S. P., Mancini, R. A., Joseph, P., Ramanathan, R., Konda, M. K.,

- Dady, G., Naveena, B. M., & Lopez-Lopez, I. (2010). Color-stabilizing effect of lactate on ground beef is packaging-dependent. *Meat Science*, 84, 329-333.
351. Suman, S. P., Mancini, R. A., Ramanathan, R., & Konda, M. R. (2009). Effect of lactate-enhancement, modified atmosphere packaging, and muscle source on the internal cooked colour of beef steaks. *Meat Science*, 81, 664-670.
352. Sumimoto, M. (2013). Requirements for Food Packaging and Legislation in Japan. [http://www.tikzn.co.za/Libraries/JETRO\\_presentations\\_2013/03\\_Requirements\\_for\\_Food\\_Packaging\\_and\\_Legislation\\_in\\_Japan.sflb.ashx](http://www.tikzn.co.za/Libraries/JETRO_presentations_2013/03_Requirements_for_Food_Packaging_and_Legislation_in_Japan.sflb.ashx) access on 23/01/2015
353. Summerfield, J. W., Holst, E. J., & Nathan, R. S. (2011) Fresh meat color in vacuum packaged or modified atmosphere packaged fresh meat products. WO, WO2012016153 A1.
354. Sumner, J., Ross, T., Jenson, I., Pointon, A. (2005). A risk microbiological profile of the Australian red meat industry: Risk ratings of hazard-product pairings. *International Journal of Food Microbiology* 105, 221- 232
355. Sun, X.D., & Holley, R.A. (2012). Antimicrobial and antioxidative strategies to reduce pathogens and extend the shelf life of fresh red meats. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(4), 340-354.
356. Sun, Y.E., Wang, W., Qin, W.W., Chen, W. (2013). Method for refreshing preserved pork by using edible composite antibacterial film. CN102487988 B.
357. Sung, S.Y., Sin, L.T., Tee, T.T., Bee, S.T., Rahmat, A.R., Rahman, W.A.W.A., Tan, A.C., Vikhraman, M. (2013). Antimicrobial agents for food packaging applications. *Trends in Food Science & Technology*, 33(2), 110-123.
358. Sung, S.Y., Sin, L.T., Tee, T.T., Bee, S.T., Rahmat, A.R., Rahman, W.A.W.A. (2014). Control of bacteria growth on ready-to-eat beef loaves by antimicrobial plastic packaging incorporated with garlic oil. *Food Control*, 39, 214-221.
359. Swedberg, C. (2006). Beef tracking, the RFID way. *RFID Journal*, <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?2845> (access on 7/10/2014)
360. Talebian, N., Nilforoushan, M. R., & Zargar, E. B. (2011). Enhanced antibacterial performance of hybrid semiconductor nanomaterials: ZnO/SnO<sub>2</sub> nanocomposite thin films. *Applied Surface Science*, 258(1), 547-555.
361. Tankhiwale, R., & Bajpai, S. K. (2012). Preparation, characterization and

- antibacterial applications of ZnO-nanoparticles coated polyethylene films for food packaging. *Colloids and Surfaces, B: Biointerfaces*, 90, 16-20.
362. Taoukis, P. S., & Labuza, T. P. (1989). Applicability of time temperature indicators as shelf-life monitors of food products. *Journal of Food Science*, 54, 783-788.
363. Taoukis, P. S., & Labuza, T. P. (2003). Time-temperature indicators (TTIs). In: Ahvenainen, R. (eds). *Novel food packaging techniques*. Cambridge U.K.: Woodhead Publishing Limited. p 103-126.
364. Taylor, A. A. & Shaw, B. G. (1977). The effect of meat pH and package permeability on putrefaction and greening in vacuum packed beef. *Journal of Food Technology*, 12, 515-521.
365. Taylor, S. (1994). Meat packaging research and development in the UK. *Packaging Technology and Science*, 7, 61-63.
366. The Commission of the European Communities. (2004). Regulation (EC) No. 1935/2004 of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC. *Official Journal of the European Union*, 2004, L338/4.
367. Thostenson, E. T., Li, C., & Chou, T.-W. (2005). Nanocomposites in context. *Composites Science and Technology*, 65, 491-516.
368. Tian, F., Decker, E. A., & Goddard, J.M. 2013. Controlling lipid oxidation of food by active packaging technologies. *Food and Function*, 4(5), 669-680.
369. Topps, C. J. (2011). Processing and packaging meat without using highly absorbent material. US2014030392 A1.
370. Tsigarida, E., Boziaris, I.S., Nychas, G.-J.E. (2003). Bacterial synergism or antagonism in a gel cassette system. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 7204-7209.
371. Ünalán, I.U., Korel, F., Yemenicioğlu, A. (2011). Active packaging of ground beef patties by edible zein films incorporated with partially purified lysozyme and Na<sub>2</sub>EDTA. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1289-1295.
372. Uniform Code Council. (2014). GS1 DataBar Family. Available from: <http://www.gs1us.org/resources/standards/barcodes/gs1-databar-family>. Accessed 6 October 2014. Uniform Code Council. Lawrenceville, N.J.
373. Uskokovic, V. (2007). Nanotechnologies: what we do not know. *Technology*

- in Society, 29, 43–61.
374. Van, D. B. A. T. (2003). Process and polymer films for fresh meat packaging. US, US6581359 B1
  375. Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D.J., González-Martínez, C. (2008). Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(6), 496–511.
  376. Venturini, A. C., Faria, J. A. F., Olinda, R. A., & Contreras-Castillo, C. J. (2014). Shelf life of fresh beef stored in master packages with carbon monoxide and high levels of carbon dioxide. *Packaging Technology and Science*, 27, 29–35.
  377. Vermeiren, L., Devlieghere, F., van Beest, M., de Kruijf, N., & Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 77–86.
  378. Wang, Q., Xu, W.J., Jiang, J. L., Liu, H.L. (2013). Internet-of-Things-oriented manufacturing technique for intelligent packages. China patent CN103208018A
  379. Wang, S., Kuang, X., Li, B., Wu, X., Huang, T. (2013). Physical properties and antimicrobial activity of chilled meat pads containing sodium carboxymethyl cellulose. *Journal of Applied Polymer Science*, 127(1), 612–619.
  380. Wang, Y., Zhang, Q., Zhang, C., & Li, P. (2012). Characterisation and cooperative antimicrobial properties of chitosan/nano-ZnO composite nanofibrous membranes. *Food Chemistry*, 132, 419–427.
  381. Want R. (2004). RFID: A key to automating everything. *Scientific American* 290(1):56–65.
  382. Watthanaphanit, A., Supaphol, P., Tamura, H., Tokura, S., & Rujiravanit, R. (2010). Wet-spun alginate/chitosan whiskers nanocomposite fibers: preparation, characterization and release characteristic of the whiskers. *Carbohydrate Polymers*, 79, 738–746.
  383. Weerasinghe, S., Williams, J.B., Mukherjee, D., Tidwell, D.K., Chang, S., Haque, Z.U. 2013. Quality and sensory characteristics of cubed beef steak dipped in edible protective solutions of thermized cheddar whey. *Journal of Food Quality*, 36(2), 77–90.
  384. Weiss, J., Takhistov, P., & McClements, D. J. (2006). Functional materials in food nanotechnology. *Journal of Food Science*, 71, R107–R116.

385. Wessel, R. (2007). Chill-On develops prototype RFID-enabled Time-Temperature Indicator, *RFID Journal*, <http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?3749>, accessed on 22 October 2014.
386. Wiley, B., Sun, Y., Mayers, B., & Xia, Y. (2005). Shape-controlled synthesis of metal nanostructures: the case of silver. *Chemistry - A European Journal*, 11(2), 454-463.
387. Wilkinson, B. H., Janz, J. A., Morel, P. C., Purchas, R. W., & Hendriks, W. H. (2006). The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork. *Meat Science*, 73, 605-610.
388. Wolfe, S.K. (1980). Use of CO- and CO2-enriched atmospheres for meats, fish, and produce. *Food Technology*, 34 (S3), 55-58.
389. Woraprayotea, W., Kingchab, Y., Amonphanpokinc, P., Kruenatec, J., Zendod, T., Sonomotod, K., Benjakula, S., Visessanguan, W. (2013). Anti-listeria activity of poly(lactic acid)/sawdust particle biocomposite film impregnated with pediocin PA-1/AcH and its use in raw sliced pork. *International Journal of Food Microbiology*, 167(2) 229-235.
390. Wu, T., Zivanovic, S., Draughon, F. A., Conway, W. S., & Sams, C. E. (2005). Physicochemical properties and bioactivity of fungal chitin and chitosan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3888-3894.
391. Wu, Y., Weller, C., Hamouz, F., Cuppett, S.L., Schnepf, M. (2002). Development and application of multicomponent edible coatings and films: a review. *Advances in Food and Nutrition Research*, 44, 347-394.
392. Xing, Y., Li, X., Zhang, L., Xu, Q., Che, Z., Li, W., et al. (2012). Effect of TiO<sub>2</sub> nanoparticles on the antibacterial and physical properties of polyethylene-based film. *Progress in Organic Coatings*, 73, 219-224.
393. Xiong, Y. L., Lou, X., Harmon, R. J., Wang, C., & Moody, W. G. (2000). Salt- and pyrophosphate- induced structural changes in myofibrils from chicken red and white muscles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1176-1182.
394. Yadav, T. & Vecoven, A. (2005). Silver comprising nanoparticles and related nanotechnology. US patent US 20050008861 A1.
395. Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: concepts and applications. *Journal of Food Science*, 70, R1-R10.
396. Yang M., Zhang, Z., Ye, L., Cui, Z., Zhang Q. (2005). Method for preparing

- nano-antibacterial fresh-keeping K., Wang, H., Zhang, X., Jiang, Y., Xu, X., & Zhou, G. (2013). Development and validation of a molecular predictive model to describe the growth of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged chilled pork. *Food Control*, 32, 246-254.
397. Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S., & Siripatrawan, U. 2006. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging Technology and Science*, 19, 149-157.
398. Youssef, A. M. (2013). Polymer nanocomposites as a new trend for packaging applications. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 52, 635-660.
399. Zakrys, P. I., O'Sullivan, M. G., Allen, P., & Kerry, J. P. (2009). Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. *Meat Science*, 81, 720-725.
400. Zakrys-Waliwander, P. I., O' Sullivan, M. G., O' Neill, E. E., & Kerry, J. P. (2012). The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine *M. longissimus dorsi* muscle during chilled storage. *Food Chemistry*, 131, 527-532.
401. Zhai, R. C. (2010). Intelligent packaging bottle with voice advertisement. China patent CN201784843U
402. Zhang, Q. Q., Han, Y. Q., Cao, J. X., Xu, X. L., Zhou, G. H., & Zhang, W. Y. (2012). The spoilage of air-packaged broiler meat during storage at normal and fluctuating storage temperatures. *Poultry Science*, 91, 208-214.
403. Zhao, L. M., Shi, L. E., Zhang, Z. L., Chen, J. M., Shi, D. D., Yang, J., et al. (2011). Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 28, 353-362.
404. Zhao, Y., Lian, Z, and Yue, J. (2013). Recent development in food Packaging, a review. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 13(4), 1-10.
405. Zhao, Y., Simonsen, J., Cavender, G., Jung, J., Fuchigami, L.H. (2014). Nano-cellulose coatings to prevent damage in foodstuffs. US 20140272013 A1.
406. Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat - a review. *Meat Science*, 86, 119-128.
407. Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh

- meat – A review. *Meat Science*, 86 119–128.
408. Zhou, J., Wang, L., Wang, Q., Feng, Z., Tian, F., Fan, X., Pan, Z., Ren, L., Tong, J. (2013). Method for preparing chitosan-based composite preservative film or coating. CN 103275358 A.
409. Zhou, Q.H., Li, W., Tang, J.X., Hu, C.S., Deng, J. (2012). Active packaging film for chilled meat and preparation method of the active packaging film. CN 102604292 A.
410. Zhu, C. (2005). High barrier, degradable film and its manufacturing method. China patent CN 1640649 A.
411. Zimoch-Korzycka, A., Jarmoluk, A. (2014). The use of chitosan, lysozyme, and the nano-silver as antimicrobial ingredients of edible protective hydrosols applied into the surface of meat. *Journal of Food Science and Technology*, DOI: 10.1007/s13197-014-1645-7.