

발간등록번호

11-1543000-000088-01

육가공품의 WOF(Warmed Over Flavor)억제기술 개발
Development of technique to suppress Warmed Over Flavor
of meat product

농림축산식품자료실



0017617

농림수산식품부

3-45

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “육가공품의 WOF(Warmed Over Flavor)억제기술 개발”에 대한 최종보고서로 제출합니다.

2013년 5월 22일

(주)아워홈식품연구원

연 구 진

연구기관명 : 아워홈 식품연구원

연구책임자 : 이 세 표

책임연구원 : 이 세 표

연 구 원 : 서 원 호

연 구 원 : 이 수 미

연 구 원 : 남 기 욱

연 구 원 : 이 준 형

연 구 원 : 정 한 혁

보조연구원 : 이 숙 재

요 약 문

I. 제 목 : 육가공품의 WOF(Warmed Over Flavor)억제기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- WOF의 발생원인 분석
- WOF 발생 억제를 위한 처리방법 및 레시피 개발
- WOF 발생 억제 처리를 통한 육가공 제품의 품질향상 및 고급화

III. 연구개발 내용 및 범위

- WOF 발생원인 분석
제품의 저장 조건별 WOF 발생원인 분석
- 유통과 작업성, 취식 편의 목적으로 생산된 육가공 제품에서 WOF를 예방할 수 있는 기술(첨가물, 공정 등)연구
- 육가공품의 WOF 억제를 위한 처리(가공)방법 및 품질향상을 위한 레시피 개발

IV. 연구개발결과

- WOF발생원인은 지방산패에 있음.
- WOF억제 Process
 - 육가공 제품에서 Drip 발생 방지를 위한 4℃ 이하 온도관리
 - 항산화를 위한 300ppm 수준의 아스코르브산과 동일한 효과의 항산화제 첨가
 - 휘발성유기화합물의 농도를 낮춰, 알데하이드와 TBA가 수치를 낮추기 위한 80kpa의 진공도에서의 진공처리
 - 핏물제거 시 항산화수를 이용한 핏물제거 방법 및 효과
 - 식육의 해동시 소량의 알콜과 올리브등의 항산화유를 첨가한 해동 방법 및 효과

V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 학술발표 1건 : 축산식품학회 춘계학술대회 포스터 발표
- 제품화 3건 : 기술적용 냉동제품 3종 개발

SUMMARY

(영문요약문)

On the issue of this study, reheating of manufactured meat products give rise to off-flavor, Off-flavor was unpleasant flavor before re-haeting storing manufactured meat product. Generally , it was occurred by food product contain meat material. and cause of this problem was fat oxidation. It was solution that operation of vacuum, deaeration, added anti-oxidation, low temperature. Raw and processed meat of beef, pork and chicken were selected to analyze them.

Physical and chemical analysis such as ph, TBA, Aldehyde, antioxidative activity was used for them and it is studying theirs correlation.

CONTENTS
(영 문 목 차)

Index

□ Chapter 1. Object of Research and development

1. Needs of research

- 1) Outline of WOF(Warmed Over Flavor)
- 2) Meat product and cooked meat product scale category
- 3) Problem of meat product related d with WOF
- 4) Main factor and material related with WOF
- 5) Incase of study related with control WOF
- 6) Needs technology of control about WOF

□ Chapter 2. contents of Research and development

1. Analysis of WOF cause

1-1. Analysis design and method of WOF

1-2. WOF cause analysis and verification

1) WOF cause analysis of storage packing type

- (1) TBA, Aldehyde analysis and Sensory evaluation in which the panelists feel WOF of sample
- (2) TBA. Aldehyde analysis in meat Storage at 4℃, 10℃
- (3) Result of TBA test about storage of Package type
(aero package, vacuum package, MAP package)

2) Analysis WOF cause of collected from consumer related with claim and mentorial

- (1) Analysis claim of consumers
- (2) TBA, aldehyde analysis in claim product

- 3) A preceding research data and casual analysis
2. Study of prevention techniques (process, additives, temperature, etc) of making meat product with the object of distribution, manducation and meal replacement
 - 1) Study on meatheads to reduce WOF
 - 2) Study on additives to reduce WOF
3. Methods of recipe development to reduce WOF and improve quality
 - 1) Development of High-quality meat product using WOF method
 - (1) Development of recipe to reduction WOF
 - (2) Development of cooking method to reduction WOF
 - 2) Developing product
 - (1) Korean style meatball
 - (2) A pork cutlet
 - (3) Korean shish kebab

Chapter 3. research result of practical use

Chapter 4. Expectation effectiveness

Chapter 5. performance of Intellectual property right

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 육가공품의 WOF(Warmed Over Flavor)억제기술 개발		
	(영문) Development of technique to suppress Warmed Over Flavor of meat product		
연 구 기 관	(주) 아워홈	연 구 자	(소속) 아워홈 상품개발팀
참 여 기 관	-	책 임 자	(성명) 이세표
연 구 비	계	100,000,000	총 연 구 기 간 2012.11.23 ~ 2013.5.22.(년 6개월)
참 여 연 구 원	7명 (연구책임자: 1명, 책임연구원: 2명, 연구원: 3명, 연구보조원 1명)		
<p>○ 연구개발 목표 및 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - WOF 발생원인 분석 제품의 저장 조건별 WOF 발생원인 분석 - 유통과 작업성, 취식 편의 목적으로 생산된 육가공 제품에서 WOF를 예방할 수 있는 기술 (첨가물, 공정 등)연구 - 육가공품의 WOF 억제를 위한 처리(가공)방법 및 품질향상을 위한 레시피개발 <p>○ 연구결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - WOF의 원인은 지방산패에 있음 - 육가공 제품에서 Drip 발생 방지를 위한 4℃ 이하 온도관리 - 항산화를 위한 300ppm 수준의 아스코르브산과 동일한 효과의 항산화제 첨가 - 휘발성유기화합물의 농도를 낮춰, 알데하이드와 TBA가 수치를 낮추기 위한 80kpa의 진공도에서의 진공처리 - 핏물제거 시 항산화수를 이용한 핏물제거 방법 - 식육의 해동시 소량의 알콜과 올리브등의 항산화유를 첨가한 해동 방법 <p>○ 연구성과 및 성과활용 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - WOF 억제 process 개발 - WOF 억제 Process를 적용한 제품 개발 3종 (클레임빈도수가 높은 제품의 개선) - 축산식품학회 춘계 학술대회 포스터 발표 			

□ 제 1 장 연구개발의 목적

1. 연구의 필요성

1) WOF(Warmed Over Flavor)의 개요

- 축산물의 보존성과 기호성을 높이기 위한 가공(열처리)후, 이를 판매 또는 소비목적으로 재가열시 WOF(가열이취)가 발생하여, 상품성과 소비자 만족도를 떨어트리는 요인으로 작용함.
- 신선육(원료육)과 다르게 가공육(익은고기)는 열처리과정 중에 단백질, 지방, 향미의 변화가 일어나며, 가열에 의하여, 신선육과 가공육은 색상도 변화하고, 미생물의 사멸, 효소의 불활성 등 신선육의 특성을 잃게 됨.
- 소비자의 관점에서 가장 우수한 가공육제품은 신선육에 가까운 것이고, 가장 신선한 상태의 요리재료, 식자재로 활용하고자 하는 욕구가 있으며, 오늘날의 식문화는 점차 다양한 증량제, 첨가제 등의 품질개량소재로 제조된 제품보다는 자연스러운 맛과 향미, 형태를 요구하는 시점에 있다고 볼 수 있음.
- 이러한 관점에서 WOF는 조리에서 사용하는 가공육의 열처리에 있어서 품질에 매우 중요한 요인으로 작용함.
- 가열은 육제품의 기호성을 증진시키는 매우 중요한 요소이고, 고기의 향기를 강하게 하고, 신선육이 가지고 있는 피나 혈장의 냄새를 가열향미로 바꿔 줌.
신선육을 소재로 하여, 가열처리 후에 냉각시키는 대부분의 가공육은 다시 가열하면, 좋지 않은 맛과 냄새가 나타나게 되는데 이러한 이유는 재 가열에 의해

서 육색소인 myoglobin으로부터 철(Fe)이온이 떨어져 나와 지방산의 자연산화를 촉진하기 때문임.

○ 일반적인 가열패티, 산적, 동그랑땡, 너비아니등 가열 후 냉동하여, 재가열하는 일반가열육 보다, 햄, 소시지 등의 가공육에서, 다소 WOF의 발생 빈도가 적은 것은 이들 제품에 산화방지제 (phosphate, ascorbic acid)등의 첨가로, 철(Fe)이온과 서로 결합함으로서 지방산의 산화를 억제시키기 때문임.

○ 근본적으로 WOF의 발생은 지방의 산패에 의한 것이며, 이러한 지방의 산패를 억제 하는 방법에 따라서 가공조건과 제품의 품질이 결정될 것으로 사료됨.

WOF의 발생에 관여하는 지방의 산패를 올바른 방향으로 진행될 수 있도록 하고, 이에 관여하는 지방산화 향미물질을 규정함으로서, 가공, 조리조건에 따라 이 향미물질의 증감의 변화를 측정하는 것은 WOF의 억제방법에 대한 단초가 될 것임.

○ 가공육에서 생성되는 향미물질의 양의 변화가 가열조건과 방법에 의하여 변화함. 이러한 대표적인 향미성분인 pyrazin 유도체와 불쾌취의 원인이 되는 aldehyde기를 가진 nonanal의 생성량을 측정함으로서 WOF의 지표물질로 활용하고, 가열조건과 방법에 따른 생성량의 기준을 정함으로서 WOF를 제어하는 가공육의 제품의 개발, 제조공정, 조리레시피, 조리조건에 대한 process 개발에 활용할 수 있을 것으로 사료됨.

2) 세계의 육류생산량 및 가열조리 제품 카테고리 규모

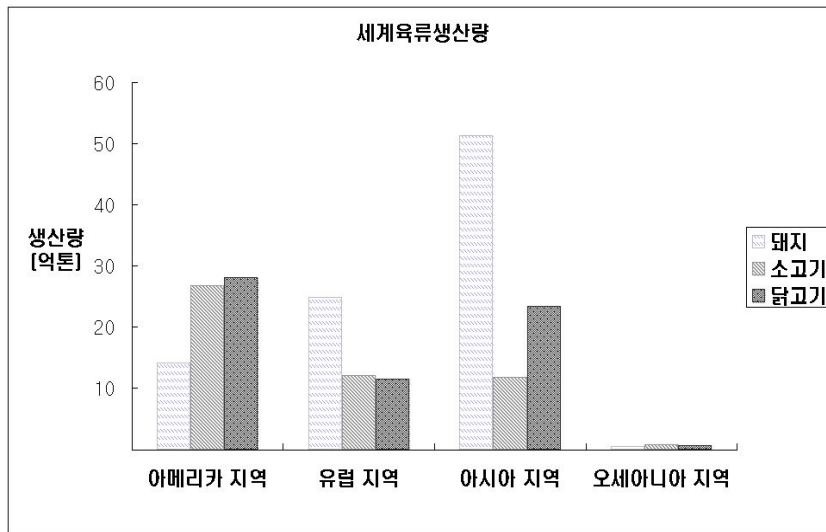


fig.1 2008년도 세계 육류생산량 (육가공협회)

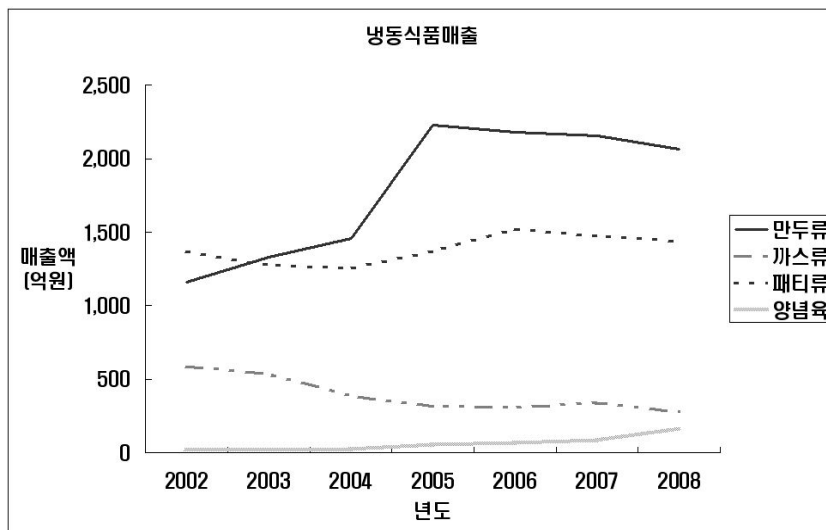


fig.2 2008년도 주요냉동식품 매출규모 (육가공협회)

○ 세계의 육류생산량은 2008년도 현재 약 206억톤이며, 그 중 돼지고기 91억톤, 소고기 52억톤, 닭고기 64억톤의 규모로, 이 중 대부분은 신선육과 가공육의 형태로 이용됨.

○ 돈육과 계육의 경우는 상대적인 가격 면에서 낮은 가격대로 가공육으로 사용량이 많으며, 소고기의 경우는 신선육으로 사용되는 경향임.

- 2008년도 현재 국내 냉동식품의 총매출은 5,300억원 이르고, 그 중 가열되고 조리 시 재가열하는 만두류, 패티류의 매출 비중은 각각 37%, 29%이며, 매출액은 3,500 억원이고, 상대적으로 비가열제품으로 재가열 조리과정이 없는 돈카스와 양념육의 비중은 각각 5%, 3%로서 매출액은 436억원이었음.
- 국내에서 사용되는 돼지고기와 닭고기는 만두류, 카스류, 패티류, 양념육류에 주로 사용되며, 소고기 보다 돼지고기, 닭고기가 WOF의 발생빈도가 높은 점을 고려하여, 카스류, 패티류와 양념육류의 WOF 제어연구가 필요하며, 특히 만두류, 패티류 처럼 시장규모가 크며, 재가열 조리되는 제품 카테고리에 기술을 우선 적용하는 것이 바람직할 것으로 사료됨.

3) WOF 제품의 문제점

- 신선육의 조리시점의 신선한 상태를 유지하기 까지 사용기간이 매우 짧음.
이러한 저장기간을 연장하기 위하여, 진공포장, MAP, 냉장, 냉동 처리를 함에 따라 사용기간이 증가함.
포장을 개봉하거나 해동을 하고, 이를 가열조리하기까지는 이미 가열공정을 통해, 제품화한 가공육과 비교한다면, 사용기간은 15일에서 45일 이내로 짧음.
- 가공육은 이미 가열을 통하여, 조직, 색상, 안전성 등을 조절하고, 상품화함으로써 1개월에서 12개월 이내의 긴 기간 동안 조리의 재료로 사용이 가능한 상태로써 가공적인 측면에서 매우 유리함.
하지만, 가공육은 등전점에 근접한 pH, 보수력 손실에 의한 수분손실, 외부환경에 노출된 지방의 산패와 가공, 유통 중의 2차오염에 의하여, 품질이 매우 낮아짐.
- 상품화에 있어서 품질의 유지는 매우 중요하며, 전체 유통기한 중에서 제품이 최

고의 품질을 유지하는 상미기간의 증가가 미생물적인 안전성의 유지 못지않게 중요한 것임.

특히 가공육으로 제조된 후 냉동된 제품의 경우 WOF의 발생으로 품질유지기한이 유통기한보다 상대적으로 짧은 경향이 있음.

- 요리의 재료로서 유통기간이 짧지만, 맛적인 측면에서 우월한 신선육과 유통기간이 길고 조리를 간소화하는 장점이 있는 가공육의 장점과 단점을 고려한, WOF의 연구가 필요함.
- 신선육에서 풍미와 관련된 물질은 hexanal, pentanal과 같은 aldehyde 물질과 불포화지방산의 산화로 불쾌한 냄새를 내는 hydroperoxide 같은 물질로 알려져 있음. 가공육의 WOF의 연구는 근본적으로 신선육의 풍미와 관계된 물질과 금속이온, 지방의 산패에 의한 것이며, 이러한 지방의 산패를 억제하는 방법에 따라서 가공조건과 제품의 품질이 결정될 것으로 사료됨.
- WOF의 발생에 관여하는 지방의 산패를 올바른 방향으로 진행될 수 있도록 하고, 이에 관여하는 지방산화 향미물질을 규정함으로써, 가공, 조리조건에 따라 이 향미물질의 증감의 변화를 측정하는 것은 WOF의 억제방법에 대한 단초가 될 것임.

4) WOF 주요 원인 및 물질

- WOF의 주요원인은 신선육의 가열처리에 의한 가공육의 향미의 변화에 기인함. 가열처리는 육제품의 기호성을 증진시키는 매우 중요한 요소이며, 고기의 향기를 강하게 하고, 생육이 가지고 있는 피나 혈장의 냄새를 가열향미로 바꿔 줌. 맛과 향기가 조화된 향미에 대한 느낌은 매우 다양하며, 아래와 같은 요소에 의하여 좌우됨.

- 1) 고기의 종류 및 숙성 정도
- 2) 동물의 나이와 급여사료의 종류
- 3) 생육과 가열제품의 지방종류와 양 (지방의 산패조건)
- 4) 가열방법 및 염지액의 첨가 유무
- 5) 첨가된 양념의 성분 (산화, 환원조건)
- 6) 단백질과 당의 반응과 황 함유 아미노산 및 효소의 반응

- 식육의 고유의 향미는 가축의 종류에 따라 독특한 향미를 갖게 되며, 주로 지방성분 중의 carbonyl 화합물에 관계가 있고, 나이 많은 가축에서 생산된 식육이 어린 동물에서 생산된 식육보다 뚜렷하고 강한 향기를 가지고 있으나, 조직이 단단하고, 어린 가축에서 생산된 식육의 조직은 연하지만, 향기는 떨어지기 때문에 식육의 품질로서 장단점이 있음.
- 가열방법도 식육의 향미 생성에 결정적인 역할을 하며, 가열에 의하여 glyceride로부터 분리된 지방산, 특히 불포화지방산은 산화되어 aldehyd 나 ketone 기를 가진 carbonyl 화합물을 생성하게 됨.
지방에서 유래한 carbonyl 화합물은 그들의 농도에 따라 가열육의 향미에 좋은 영향을 미치거나 아니면, 나쁜 영향을 미치기도 하며, 특히 가열처리 후에 냉각시켰던 식육을 다시 가열하면 좋지 않은 맛과 냄새가 나타남.
- 원인은 재가열에 의해서 육색소인 Myoglobin으로부터 철(Fe)이온이 떨어져 나와 지방산의 자동산화를 촉진하기 때문이며, 이러한 현상은 햄, 소시지등의 가공육에서 보다 일반 가열육에서 현저하게 나타나게 됨.
- 햄, 소시지등의 가공육에 phosphate나 ascorbic acid 등의 첨가는 이들 Fe 이온과 서로 결합함으로써 지방산의 산화가 억제되기 때문임.

- 식육의 가열에 의해서 불고기나 갈비 등을 양념할 때, 당의 첨가도 향미 생성과도 관계가 있으며, 단백질의 amino 화합물과 당의 carboxyl 화합물이 서로 결합하여 (maillard reaction) 휘발성 내지 불휘발성의 향미활성물질을 생성하게 됨.
또한 이러한 물질 중에서 cysteine과 methionine 등과 같은 유황을 함유하는 amino acid 가 향미생성에 관여 함.
- 비효소 갈변화 반응 (maillard reaction)은 화학적인 반응의 복잡한 과정이며, 질소, 산소 그리고 유황 등의 원자를 함유하는 방향족의 중간물질이 생성되는데 이들은 가열에 의하여 생성되는 향미에 결정적 역할을 함.
가열 중 amino acid의 NH₂기가 떨어져 나와 악취원인 NH₃를 생성하며, cysteine 에서는 계란의 부패시 나는 H₂S가 떨어져 나오므로 향미에 악영향을 미치기도 함.
또한 methionine은 가열 중에 분해되어, NH₃외에도 methylmercaptan을 생성하는데 이취 생성의 원인이 됨.
- 이취는 생성물질의 종류에 의해서가 아니라 이들의 생성된 농도에 의해서 가열 후 향미가 결정되며, 식육을 가열함으로써 생성되는 화학물질의 종류와 양은 가열처리 시의 온도에 의해서 달라짐.
- WOF의 제어방법을 연구하기 위하여, 위에 언급한 다양한 향미의 원인을 분석하고, 지표가 되는 물질을 찾고, 제품의 향미를 수치화하고, 추적할 수 있어야 함.
- 이러한 조건으로 향미의 변화를 연구한 사례에서 pyrazine유도체와 nonanal의 양적변화를 측정하여, 가열방법이 가공육의 향미에 영향을 미치는 영향을 연구한 사례를 살펴볼 수 있음.

- 이 방법은 가열한 고기에서 생성되는 대표적인 향미성분인 pyrazine유도체와 불쾌취의 원인이 되는 aldehyd기를 가진 nonanal, 2종류의 향미물질을 규정하고, 가열에 의하여 생성되는 생성량을 가열 방법에 따라 분류하고, 달라지는 함량을 분석하였음, 그 결과 가열처리방법에 따라 비교하면, pyrazine 유도체는 가열온도 증가에 따라 그 농도가 증가하는 반면, nonanal은 grilling에서 가열온도가 높아짐에 따라 그 생성량이 낮아지는 것을 알 수 있음.

Table 1. 가열처리 방법에 따른 가공육 내의 냄새원인 물질의 생성 (mg/100g)

가열방법 물질	Boiling		Roasting			Grilling		
			low	middle	high			
Pyrazine	3	6	13	65	1913			
NoNanal	1003	14869	21439	3107	460			

- 가열방법에 따라 향미의 긍정적인 물질과 부정적인 물질의 변화를 측정하는 방법으로 WOF 억제 물질과 공정조건을 분석하는 방법으로 사용할 수 있을 것임.

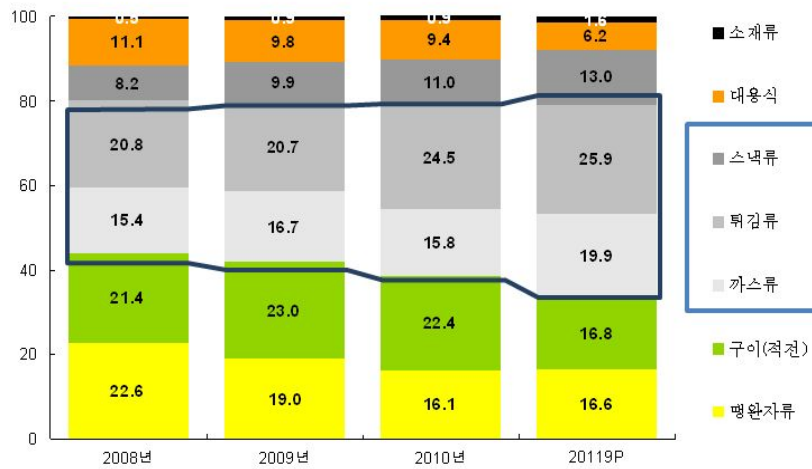
5) WOF 연구 사례

- WOF억제 관련 측정방법, 향산화제첨가, 제조방법에 대한 연구가 되고 있음.
 - Modified Direct-Sampling GLC Method to Study Warmed-Over Flavor Related Volatiles
 - 상업적 γ -Oryzanol과 α -Tocopherol 첨가에 따른 냉장 조리 돼지고기의 Warmed-Over Flavor (WOF)와 7-Ketocholesterol 제어효과
 - Cook/Chill System에서의 고기완자 제조에 관한 연구

6) WOF 억제기술의 필요성

- 최근 외식업계 등의 자체상품을 HMR로 전환하는 등 다양하게, 가공, 변형하고 있고 소비자의 편의를 위한 간단한 가열조리 후 소비하는 제품이 점차 확대되고 있어, 소비자의 제품만족도 향상에 있어서, WOF 억제를 위한 기술개발이 필요함.
- 향후 한식의 세계화와 더불어 신선육을 가열 조리하는 방법과 한식을 표준화하는데 있어서 가공육의 개발은 중요한 요소이며, 해외진출 경쟁력에 요건임.
- 가공육에 있어서 WOF는 대단히 중요한 품질지표가 되며, WOF의 억제의 원인을 파악하고, 제어할 수 있는 수단이 필요하며, WOF의 측정 및 제어방법은 국내외의 가공육 산업에 있어서 품질향상을 도모할 것으로 사료됨.
- 국내의 육가공제품은 단순 커팅 식육제품, 냉장가공식품, 냉동가공제품으로 크게 분류되며, 대부분의 제품은 축산물가공처리법의 기준과 식품안전청의 육가공의 법적기준을 따르고 있음.
- 그러나 이들은 대부분의 식품의 분류이고, 가장 기본적인 안전성과 유통기한에 따른 분류이며, 기준으로 작용하고 있어서, 품질적인 부분 특히 품질유지기한과는 무관한 경우가 대부분임.
- 본 연구에 있어서 가장 중요한 핵심은 축산물의 보존과 기호성의 측면에서 WOF가 어떻게 발생하는 지에 대한 기존의 연구사례를 분석하고, 이를 확인함으로써 다양한 육제품의 개발에 있어서 적용할 실질적인 사용방안을 찾아보기 위함임.
- 국내의 소비자가 소비하는 냉동전 가열 육제품의 소비패턴은 다음의 표 1과 같으며 스낵류, 튀김류, 가스류가 증가세에 있음

- 구이류, 팥완자류가 감소세에 있으나, 냉동전 가열 식육제품 중 높은 비중을 차지하고 있음.
- 한식세계화에 있어서 구이, 팥완자류가 현지화에 가장 적합한 제품으로 사료되나 자체적인 불만사항을 조사한 자료에서는 구이류, 팥완자류에서 WOF관련 이취클레임이 많았음.



* 출처 :TNS, AC닐슨자료 참고

fig.3 냉동전 가열 식육제품의 소비패턴

- 신선육 및 냉장제품의 유통기한은 대부분이 1개월 내외이며, 신선육의 경우 냉장제품의 유통기한은 더욱 짧아 대부분의 기준이 산패와 품질유지기한과는 무관한 실질적인 유통기한 내에서 소비가 되고 있었으며, 짧은 유통기한 내에서도 품질의 차이가 명확하게 나뉘지고 있음.
- 반면 냉동식육제품이나, 냉동제품으로 유통되는 경우 대부분의 제품들이 유통기한을 3개월 이상이며, 최대 1년의 미생물적인 안전성을 가지고 유통이 되고 있으나, 대부분의 품질유지기한은 무시한 기간을 가지고 있었음.

- 이러한 관점에서 WOF의 대부분은 냉동전 가열 식육제품의 가공처리에 있어 발생하는 것으로 판단되며, 이를 이용한 냉동전 가열 식육제품의 공정을 개선 생산하는 것에서 WOF의 발생이 대부분 제어할 수 있을 것으로 사료됨.
- 본 연구에 있어서 WOF의 발생과 원인을 냉동제품, 특히 냉동전 가열식육제품을 생산하는 가공공정과 이 제품을 재가열하는 과정에서 발생하는 관능적인 이취와 알데하이드, TBA가에 초점을 뒤 연구를 진행하게 되었고, 반면 냉장제품의 경우도 실질적인 사례를 일부 대상으로 하여 연구의 폭을 줄였음.
- 전체적인 시장규모에서 시장에서 가장 선호되어 아워홈 내에서 유통되고 있는 제품군과 아워홈 자체 생산되는 제품을 중심으로 하여, 2011년도 ~ 2012년도에 유통되고, 실질적인 판매가 되고 있는 다음의 제품군에 대한 클레임 조사에서 총 42건의 클레임을 대상으로하여 설하떡, 통살돈카스, 동그랑땡을 선정 하였음.
- 소비자 조사에 의하여, 진행 된 내용은 돈육이취에 대한 클레임은 매우 주관적인 관점에서 이루어지고 있었음 .
- 정확한 WOF에 대해서 이해하고 판단하는 소비자 보다는 고기에 싫은 냄새의 수준으로 이해하는 경향이 많았으며, 변질취, 기호적으로 싫은 냄새, WOF를 이해하고, 구분하는 경우가 적었음.
- 소비자가 느끼는 이취의 경우는 주관적인 판단인 '내가 싫은 냄새'의 경우가 대부분이었으나, 그러나 특징적인 것은 WOF의 발생원인인 알데하이드의 생성량이 많은 제품의 경우 유의적으로 이러한 싫은 냄새의 패턴과 클레임이 증가한다는 것임.

□ 제 2 장 연구개발 내용

1. WOF의 발생원인 분석

1-1. WOF 발생원인 분석 설계 및 실험 방법

- 육가공품에서 발생하는 WOF는 매우 다양하지만, 크게 3가지로 분류할 수 있음.
 - 식육의 종류마다 가지는 고유의 풍미가 있으며, 적절한 가열조건을 만족하지 못하면 발생하는 덜익은 냄새를 이취로 느끼는 경우, **생취 (生臭, 날내)**.
 - 식육을 육가공품으로 가공하고, 이를 보관하고, 다시 재가열 할 때의 지방산패취인 WOF를 느끼는 경우, **조취 (臭, 누린내) 대표적인 WOF**.
 - 식육 및 육가공품을 매우 높은 온도에서 가열하여, 지방 및 단백질의 향기성분이 변화를 일으켜 이취로 느끼는 경우, **산화변패취 (變敗臭, 썩내)**.

- WOF는 지방의 산패가 주원인으로 작용하며, 최초 가열조건, 저장방법, 저장조건, 저장온도 등에 의하여, 영향을 받으며, 이러한 조건에 따라 지방산패에 따른 알데하이드의 발생농도와 성분의 차이가 발생하고, 이를 재가열하는 온도와 조건에 따라 WOF의 발생빈도와 관능적으로 느끼는 차이가 발생을 하게 됨.

- 이 연구를 위하여, WOF의 원인과 WOF제어기술의 연구를 위하여 다음의 실험항목을 지표로 하였음
 - 알데하이드의 총량과 일부 알데하이드 패턴 (heptanal, nonanal)
 - TBA가 (Thio barbutric acid -value)
 - Sensory test (15점 척도법)
 - pH

1) 실험방법

(1) 알데하이드 총량 및 hepetanal, nonanal 의 분석방법

- 알데하이드의 총량 분석은 WOF의 원인을 지방의 산패취로 가정하고 지방산 폐 후에 발생하는 물질인 알데하이드의 총량을 분석함으로써 WOF와 시료들 간에 상대적인 수준을 측정하기 위해 수행하였음.

○ 재료전처리

본 실험에서는 각각의 시료를 전자레인지에서 1분간 가열한 후 마쇄하여 분석시료로 사용하였음.

○ Solid phase microextraction (SPME)를 이용한 육제품의 지방족 알데하이드 추출

육제품의 WOF 성분을 분석하기 위하여 지방 산패취와 관련 있는 지방족 알데하이드 화합물을 SPME를 이용하여 추출하였다. SPME apparatus (Supelco co. Bellefonte, PA, USA)는 SPME fiber와 SPME holder로 구성되어 있으며 6 종류의 fiber가 시판되어 사용되고 있음.

이 중 육제품의 WOF 성분의 추출을 위해 50/30 μm divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DVB/CAR/PDMS) 을 실험에 사용하였음.

전처리한 시료 10 g를 취하여 20 mL headspace vial에 넣고 teflon cap으로 밀봉한 후 60°C에서 30 min 동안 평형상태에 도달시키고 fiber를 사용하여 30 min 동안 흡착시켰음. 평형상태에 도달한 시료에 SPME fiber를 1 cm 노출시켜 30 min 동안 이취성분을 추출하였음.

GC injection을 위해 250°C injector port에서 fiber를 노출시키고 1 min 동안 탈착시켜 GC-MS분석을 행하였음.

○ 육제품 WOF 성분 동정 (Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS))

SPME로 추출한 육제품의 WOF 성분은 Agilent 6890N GC/Hewlett-Packard 5973 network mass selective detector (MSD) (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 동정하였음.

Column은 DB-5MS (60 m length x 0.25 mm i.d. x 0.25 μ m film thickness : J & W Scientific, Folsom, CA, USA)을 사용하였고, oven 온도는 40°C 에서 5분간 유지한 후 200°C까지 4°C/min의 속도로 승온시켜 20분간 유지하였음.

Injector 온도는 250°C, detector 온도는 250°C이었으며 carrier gas로는 helium을 사용하였고 유속은 1 mL/min 이었음.

Ionization voltage는 70 eV 그리고 분석할 분자량의 범위(m/z)는 33~350으로 하여 분석하였음.

○ WOF 성분 동정

육제품의 WOF성분은 Wiley/7n mass spectral database (Hewlett- Packard Co., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 지방족 알데하이드 성분만을 선택하여 동정하였음.

(2) TBA(Thio barbutric acid) 분석방법

- TBA가의 측정은 말론알데하이드의 수치가 전체 알데하이드의 수준을 반영한 지표로서 가능성을 파악하고, 다소 복잡한 알데하이드의 측정을 간단하고, 널리 알려진 TBA가 실험 대체함으로서,알데하이드의 수준과 관능적인 이취와의 상관관계를 파악하기 위한 실험으로 수행하였음.

○ 지질산패도 지표로서 TBA는 증류법(축산식품분석법, 2007)을 이용하여 시험하였음. 시료 40g에 증류수 60mL, PG-EDTA 20mL를 넣어 균질화 한 시료 30g을 취하여 킬달플라스크에 넣고 증류수 77.5mL를 넣음.

4N HCl 용액 2.5mL를 킬달플라스크에 넣고 이를 증류장치에 연결하여 증류한 다음 증류액 50mL를 포집함.

증류액 5mL와 TBA reagent 5mL를 시험관에 넣고 잘 혼합하여 35분간 끓임.

상온에서 식힌 다음 원심분리(4,000~5,000rpm에서 10분) 시킨 다음 530nm에서 흡광도를 측정하였음.

$TBA(mg/kg) = \text{흡광도 at } 530nm \times 7.8$

(3) pH 분석방법

- pH는 식육과 식육제품의 상태를 알수 있는 가장 기본적인 방법이며, 항산화제의 첨가수준이 적절한 시료의 pH로 유지 할 수 있도록 항산화제 첨가실험에서 주로 측정되었음.

○ 시료 5g을 취해 증류수 50mL를 넣은 후 homogenizer를 이용하여 균질화하고 filter paper(Whatman No.1)으로 여과한 후 상층액에 대하여 pH meter(Model Thermo Orion3-start, USA)로 측정하였음.

(4) 관능평가 (15점척도법)

- WOF가 관능적으로 적합하게 평가 될 수 있도록 WOF에 대해서 패널의 이해를 높인 후 검증실험 하였고, 이를 토대로 WOF에 대한 지식이 없는 무작위의 소비자에게 반영하여, 검증하고, 분석하여 활용하였음.

○ 관능평가의 패널의 선정

* WOF 관능검사 패널 : 내부관능검사에서 이취를 측정하여, 지방산폐취에 민감한 6 명을 선발하여, WOF 관련 제품에 대한 평가를 수행함.

* 내부관능평가 패널 : 식육에 대한 거부감이 없는 패널 15명을 선정 수행함

* 소비자검사 : 20대~50대의 실소비자 45명을 선발하여 수행함

* 점포모니터링 : 실소비자 2400명 중 521명을 무작위로 설문조사함

○ 시료의 처리

각 실험에 가열 조건 등을 검토하여, 제공하여 15점 척도법으로 실시하였음

평가항목은 전반적기호도를 1점 나쁘다, 15점 좋다로 평가하였으며, 이취의 경우 1점이 나지 않는다. 15점이 이취가 매우 많이 난다로 평가함.

1-2. WOF의 발생원인 분석 및 검증

1) 제품 저장 조건별 WOF 발생원인 분석

(1) 패널이 이취를 느끼는 시료에 대한 TBA, 알데하이드 분석 및 관능검사 결과

- 전체적인 실험에 대한 평가와 지표를 위해, 절대적으로 이취를 느끼는 수준의 값과 이취를 느끼지 못하는 절대값이 필요함.

○ 시료의 처리

▷ WOF 발생 시료는 지방이 다소 적은 돈등심을 채취하여, 5mm 크기로 갈아 경단을 만들고, 10℃ ~15℃의 산소와의 노출이 빈번한 냉암소에서 48시간 보관 후 100℃에서 7분간 가열하여, 중심온도를 75℃까지 상승 후 -20℃에서 16시간 냉동 한 시료를 다시 100℃에서 7분간 재가열하여, 중심온도를 75℃까지 하였음.

▷ WOF 발생이 되지 않은 시료는 동일한 돈등심을 채취하여, 아스코르브산 300ppm 이 첨가된 4℃ 냉수를 강제 인젝팅하고 48시간 침지하여 완전히 내부의 핏물을 제거하고, 5mm 크기로 갈아 경단을 만들고, WOF 발생 시료와 동일한 조건으로 가열하였음.

▷ WOF 발생시료와 WOF발생이 되지 않은 시료의 비교결과는 관능검사 결과 30명의 무작위로 선발된 패널이 모두 이취가 난다는 점수와 모두 냄새가 나지 않는다는 점수가 나올 수 있도록 시료를 산패가 용이하도록 처리하였음.

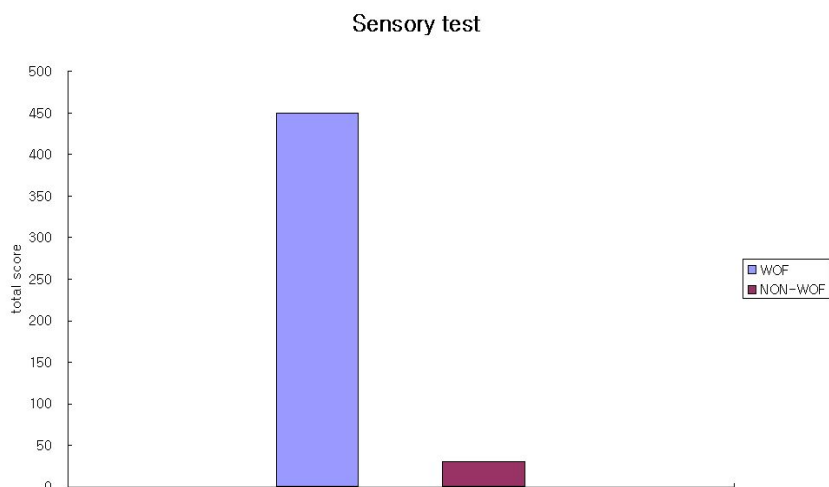


Fig.4 WOF발생 제품과 WOF억제제품의 Sensory test 비교

- WOF 발생시료와 WOF발생이 되지 않은 시료의 알데하이드의 총량을 비교하였을 때 WOF 발생되지 않은 시료에 비해 WOF 발생시료는 총량이 약 2배의 알데하이드 생성량이 발생함.

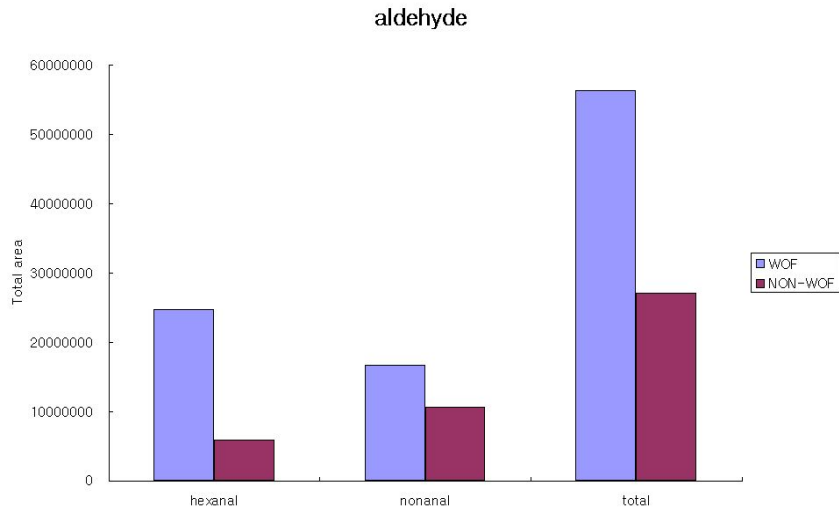


Fig.5 WOF발생 제품과 WOF억제제품의 알데하이드 비교

- WOF 발생시료와 WOF발생이 되지 않은 시료의 TBA-value를 비교하였을 때 WOF 발생되지 않은 시료에 비해 WOF 발생시료는 약 6배의 TBA-value가 측정됨.

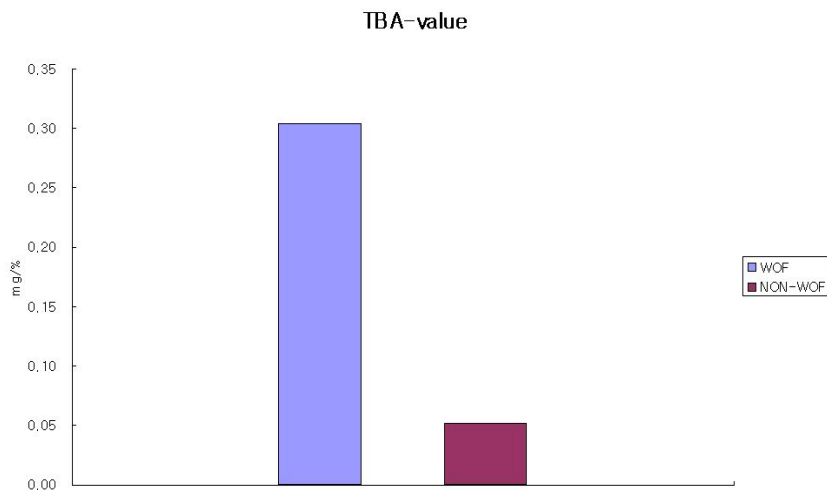


Fig.6 WOF발생 제품과 WOF억제제품의 TBA-value 비교

- WOF의 원인은 지방산패에 의한 것으로서 지방산패에 의하여 발생하는 카르복실기를 함유한 케톤과 알데하이드의 농도가 증가하는 것으로 사료됨.

- 관능검사에서 모든 패널이 15점을 준 시료의 TBA가는 530nm에서의 흡광도가 0.3을 초과하였으며, 역으로 1점을 준 시료의 흡광도는 0.05를 초과하지 않았다.

- 관능검사의 결과와 비교하여, 흡광도 0.3이상에서는 이취를 반드시 느끼는 것으로 사료됨.

(2) 4℃, 10℃온도에 저장한 원료육에 대한 TBA가, 알데하이드 분석결과

○ 시료의 처리

▷ 상대적으로 지방이 적고 균질하게 포함되어 있는 돈육의 등심과 우육의 안심을 20g씩 채취하여, 패트리디쉬에 넓게 펼쳐 놓은 후 이를 4℃, 10℃가 유지되는 냉장고에서 24시간 방치한 후 TBA가와 알데하이드를 분석하였음.

- 저장온도 4℃, 10℃에서 보관한 우육과 돈육의 TBA가와 알데하이드를 비교하면, 매우 유사한 패턴을 가지고 있으며, 10℃에서 24시간 보관한 우육과 돈육의 경우 TBA가도 0.18 내로 나타났으며, 약간의 이취가 느껴졌음.

- 그러나 0.18의 수준은 이취를 모두 느낄 수 있는 0.3의 수준에 미치지 못하여, 이취를 느끼는 패널의 빈도가 높은 수준은 아닌 것으로 판단됨.

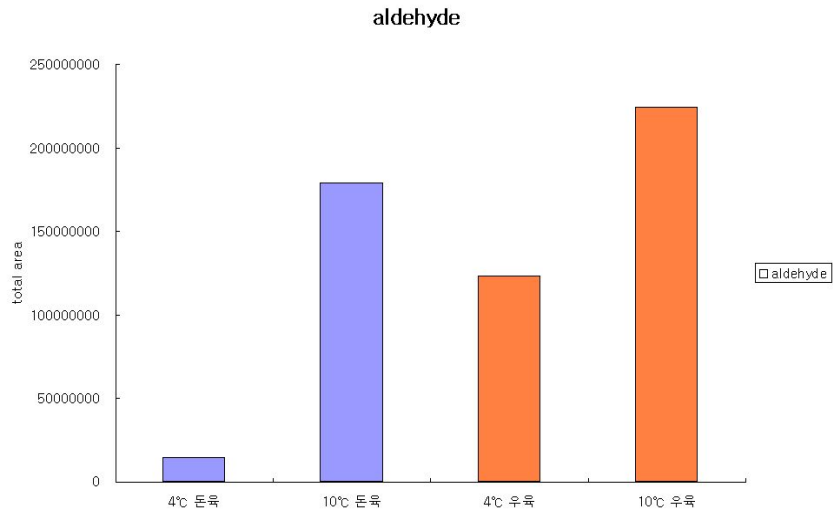


Fig.7 저장온도 4°C, 10°C에서 우유 돈육의 알데하이드비교

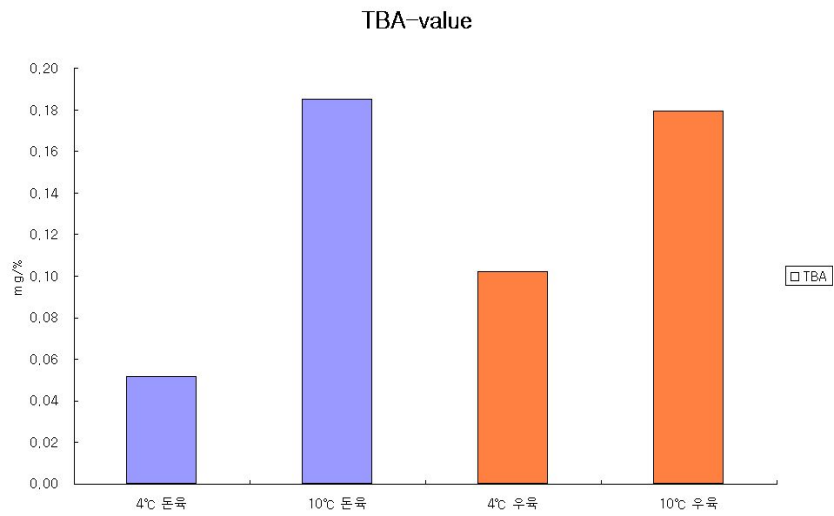


Fig.8 저장온도 4°C, 10°C에서 우유 돈육의 TBA-value 비교

(3) 합기포장, 진공포장, MAP포장저장기간에 기간에 따른 TBA가의 변화결과

○ 시료의 전처리

▷ WOF 발생 시료는 지방이 다소 적은 돈등심을 채취하여, 5mm 크기로 갈아 경단을 만들고, 10℃ ~15℃의 산소와의 노출이 빈번한 냉암소에서 48시간 보관 후 100℃에서 7분간 가열하여, 중심온도를 75℃까지 상승 후 -20℃에서 16시간 냉동 한 시료를 다시 100℃에서 7분간 재가열하여, 중심온도를 75℃까지 하였음.

▷ 위 시료를 진공도 0.08Mpa에서 진공포장한 시료와 진공포장지에 공기와 함께 포장한 시료, 질소 100%로 MAP포장한 시료로 나눠 포장하였고, 이를 4℃ 냉장고에서 온도의 변화가 없도록 보관하였음.

- 시료를 진공포장, 합기포장, MAP 포장한 시료는 TBA가가 10일까지는 상승을 하다가 10일이후부터 완만하게 감소하였음.
- 진공포장한 시료의 TBA가가 가장 많이 상승하였으나, 30일 이후에는 합기포장한 시료와 유의적인 차이가 없었음.
- 질소로 MAP 포장한 시료가 다소 낮은 TBA가를 나타냄.

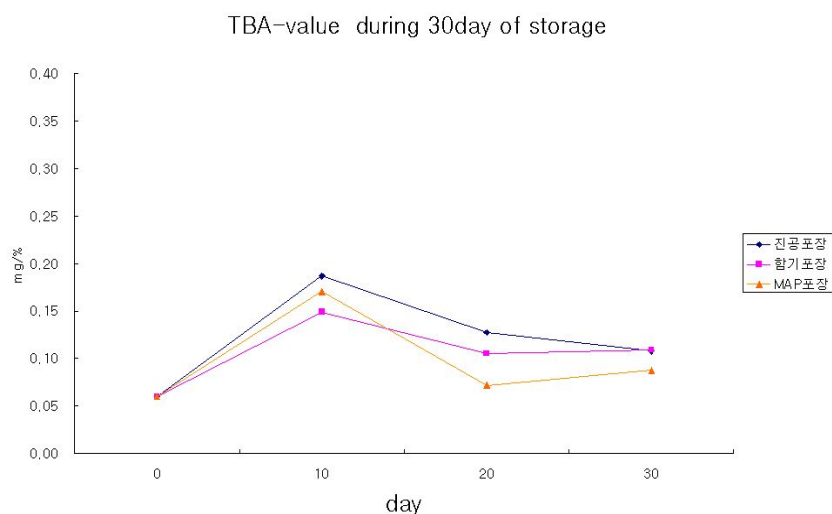


Fig.9 저장온도 4℃에서 진공포장, 합기포장, MAP포장한 시료의 TBA-value 비교

2) 소비자의 이취 클레임을 분석하고, 원인물질 검증 비교데이터 수집

(1) 소비자 이취클레임 분석

- 아워홈 내에서 유통이 되는 가공제품 2011년 ~2013년 중 이취 관련 클레임은 총 42건이 있었음.
- 통살돈카스, 동그랑땡, 설하떡이 가장 높은 이취 클레임이 발생하였음

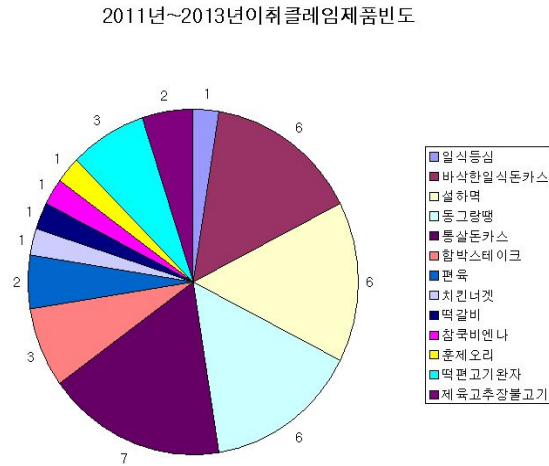


Fig.10 아워홈 내 육제품의 이취클레임 빈도 분석

- 자사 내 이취클레임 종류 분석한 결과 변질에 의한 이취클레임은 13건, 비선택 품미에 의한 클레임은 1건, WOF에 관련한 산폐취 관련 클레임 건은 28건으로 조사 됨.

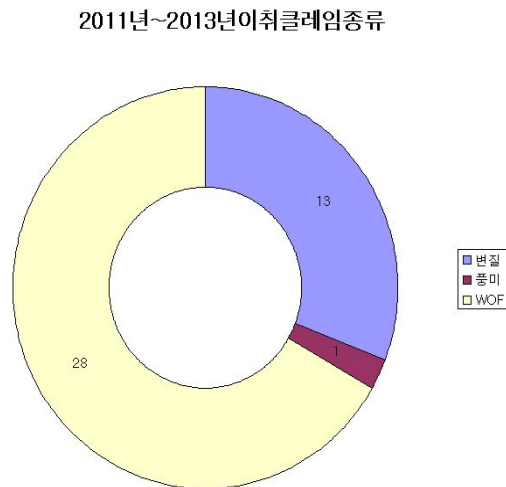


Fig.11 이취클레임 중 변질, 품미, WOF 분석 (건수)

(2) 클레임 제품의 TBA, 알데하이드 분석 및 관능검사 결과

○ 유통 중인 냉동 보관 1개월 이상 유통기한을 경과한 통살돈가스, 동그랑땡, 설하떡을 인근 마트에서 구입하여, 전자레인지에서 약 3분간 가열 후, 알데하이드와 TBA가, 관능검사를 수행하였음.

○ 돈가스와 동그랑땡, 설하떡의 알데하이드 값 중 동그랑땡의 값이 유의적으로 높은 알데하이드 농도를 나타내었음.

○ TBA값에 있어서도 알데하이드 농도와 유사한 값을 가졌고, 동그랑땡은 TBA가가 0.23에 근접하였다.

○ 관능검사에서 동그랑땡은 15점 척도법에서 약간의 이취가 나는 것으로 패널검사 나타났고, 7점이하로 평가된 돈가스와 설하떡은 비교적 낮은 TBA가와 유사한 이취관련 관능점수도 다소 낮아 평이한 값을 가졌다.

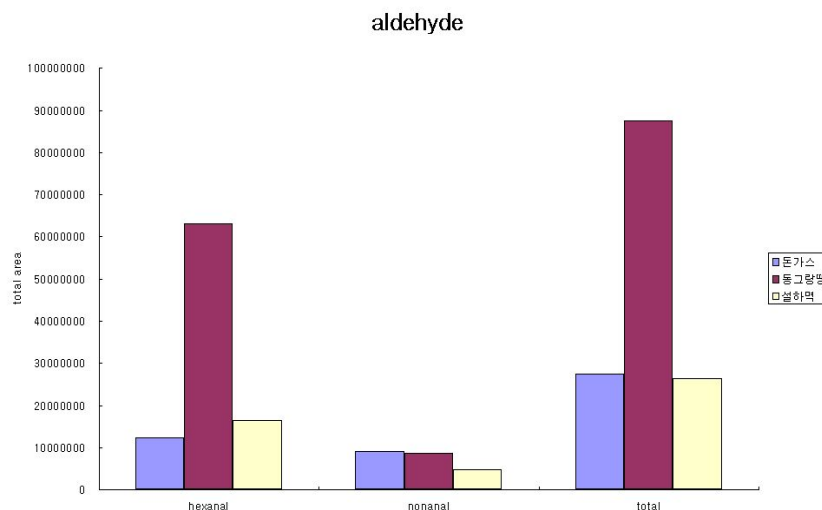


Fig.12 돈가스, 동그랑땡, 설하떡의 알데하이드 농도 비교

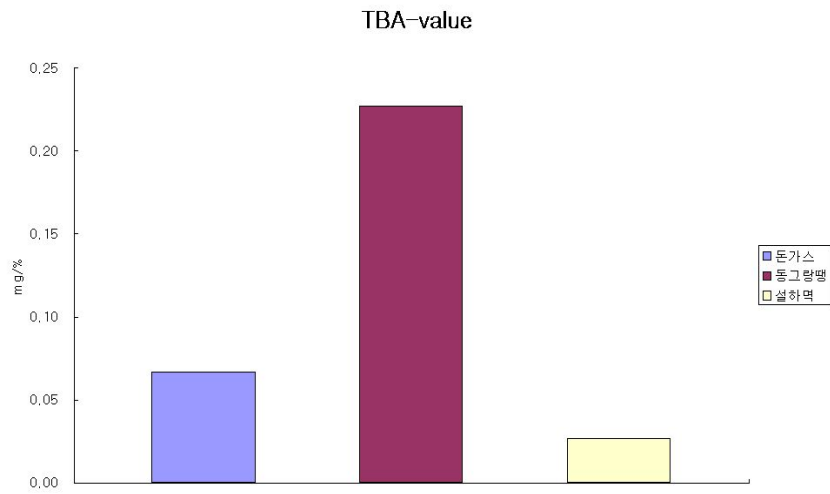


Fig.13 돈가스, 동그랑땡, 설하떡의 TBA가 비교

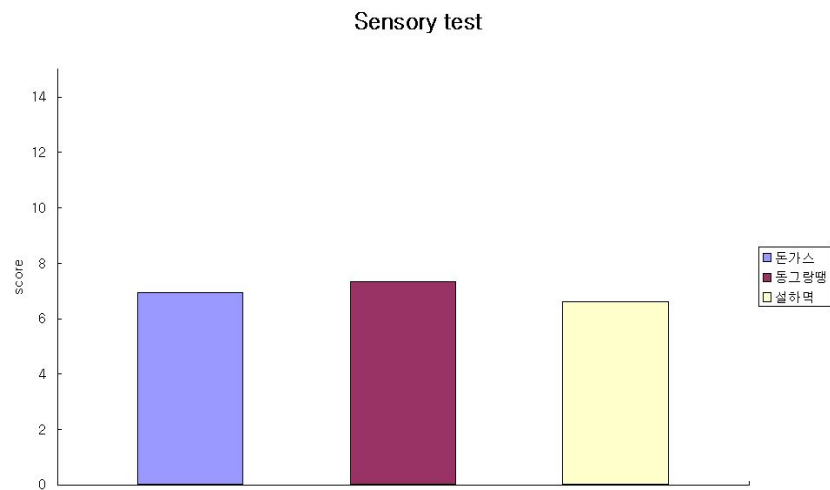


Fig.14 돈가스, 동그랑땡, 설하떡의 관능검사 비교

3) 선행연구 된 연구 문헌에 대한 자료와 원인분석자료

- Poster와 Wood가 연구한 **Lipid degradation in pork during warmed-over flavour development (1985)**에서 TBA가와 관능검사의 상관관계를 다음의 표 15와 같이 비교함.
- TBA가와 관능검사비교 수치는 TBA가가 4를 초과한 경우 15점 척도법에 의한 관능검사 값에 있어서도 유의적으로 높은 이취 값을 나는 것으로 사료됨.

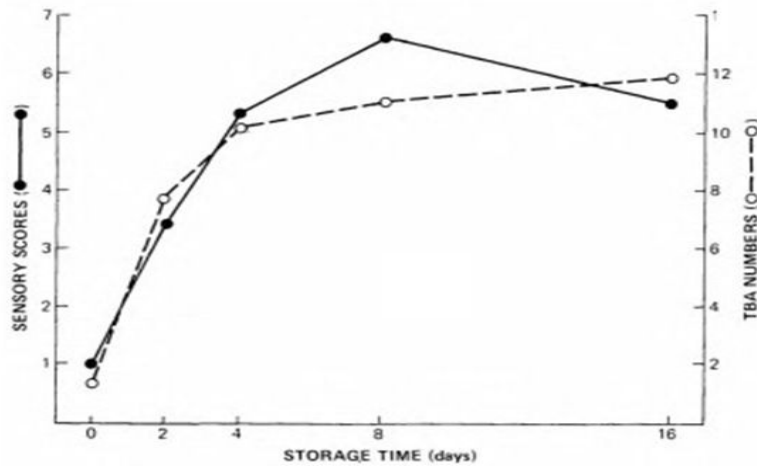


Fig.15 선행연구된 TBA가와 관능검사 비교 데이터

2. 유통과 작업성, 취식 편의 목적으로 생산된 육가공 제품에서 WOF를 예방할 수 있는 기술(공정, 첨가물, 온도조건 등)연구

1) WOF 발생 억제를 위한 처리방법 연구

- WOF의 발생원인 분석에서 WOF는 지방산패에 의한 것을 사료되며, 알데하이드 농도의 증가와 TBA가의 높은 수치가 관능적인 이취와 상관관계가 있는 것으로 판단 됨
- 냉동전 가열제품의 지방산화 방지를 위한, 진공처리, 항산화물질 첨가, 가공 공정상의 온도관리를 통한 무처리 시료와 각각의 조건별 처리 제품의 TBA가 비교 분

석하여, WOF억제기술로서의 가능성을 검증함.

(1) 진공처리, 항산화물질첨가, 온도관리로 인한 WOF 발생억제 방법 검증

① 진공처리 공법

- 제품가공 공정에 진공처리는 1기압에서 수분이 100℃에서 끓어오르는 원리를 이용하고, 대부분의 휘발성유기화합물은 24℃~30℃에서 기화되어 뿜어져 나오는 특성을 이용하였음
- 0.2기압에서의 수분이 60℃에서 끓는 점을 감안하고, 10℃냉장상태에서도 휘발성유기화합물이 기화되어 휘발될 수 있도록 진공도를 80kpa로 하여, 진공덤프블러에서 원료육 및 가열전 제품을 처리함.
- 진공처리하지 않은 대조구와 진공처리한 대조구는 30일간 저장 시 유사한 TBA가의 변화 패턴을 가지고 있었음.
- 진공처리 제품은 초기에는 유의적으로 낮은 TBA가를 나타내었으나, 저장기간 동안 유의적으로 큰 차이가 없는 TBA가를 나타냄.

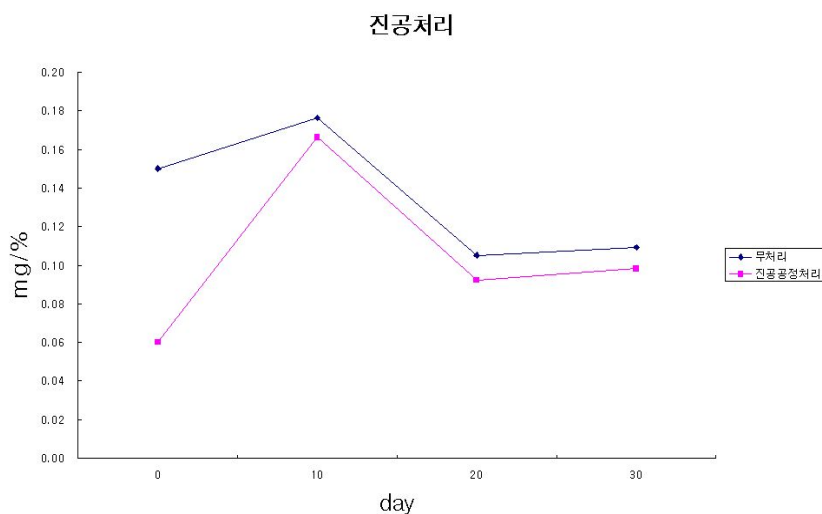


Fig.16 육가공품의 제조공정 중 진공처리 제품과 무처리 제품의 TBA가 비교

② 항산화제첨가 공법

- 제품가공처리 중에 항산화제 첨가는 지방의 산패를 억제하는 것으로 이미 많은 연구가 되어있음.
- 첨가한 항산화제는 아스코르브산으로서 전체 중량의 300ppm을 첨가하였음.
- 항산화제 첨가는 저장기간 모두 유의적으로 낮은 TBA가를 나타냄.

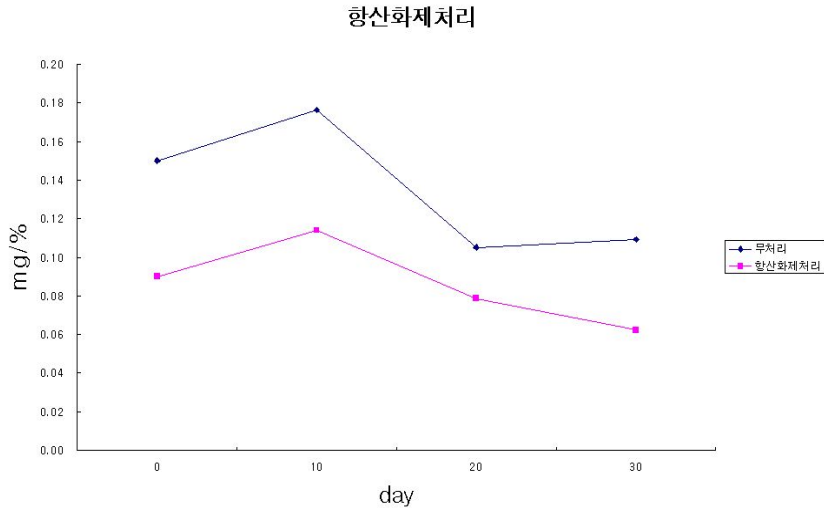


Fig.17 육가공품의 제조공정 중 항산화제처리 제품과 무처리 제품의 TBA가 비교

③ 온도제어처리 공법

- 온도제어처리는 무처리구가 10℃이하에서 모든 공정을 처리하게 되지만, 온도제어 처리구는 4℃이하에서 지방산패를 억제하여, 모든 공정을 처리하게 함.
- 온도제어처리구도 무처리구와 비교하여, 전 저장기간 동안 유의적으로 낮은 TBA가를 나타내었음.

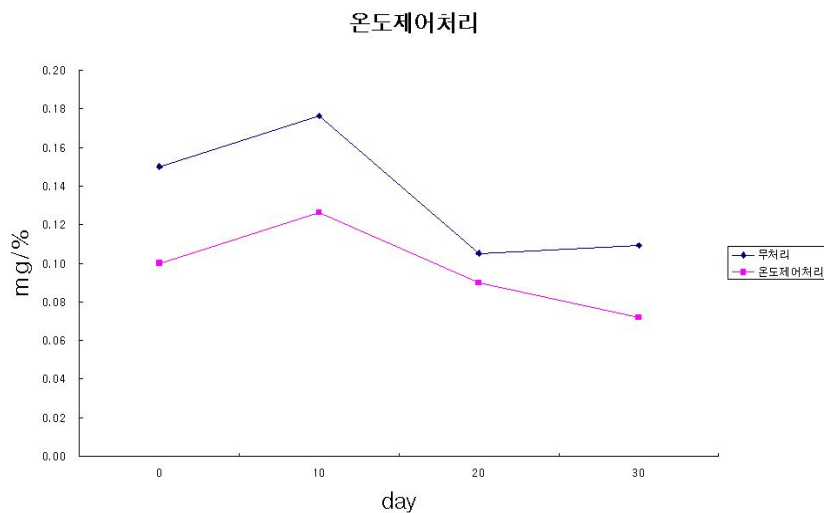


Fig.18 육가공품의 제조공정 중 온도제어처리 제품과 무처리 제품의 TBA가 비교

④ 전체공법처리

- 진공처리, 항산화제첨가, 온도관리를 모두 함께 처리한 제품과 무처리제품을 비교 하였음.
- 전체공법처리제품은 무처리제품과 비교하여, 가장 유의적으로 낮은 TBA가 패턴을 가짐.

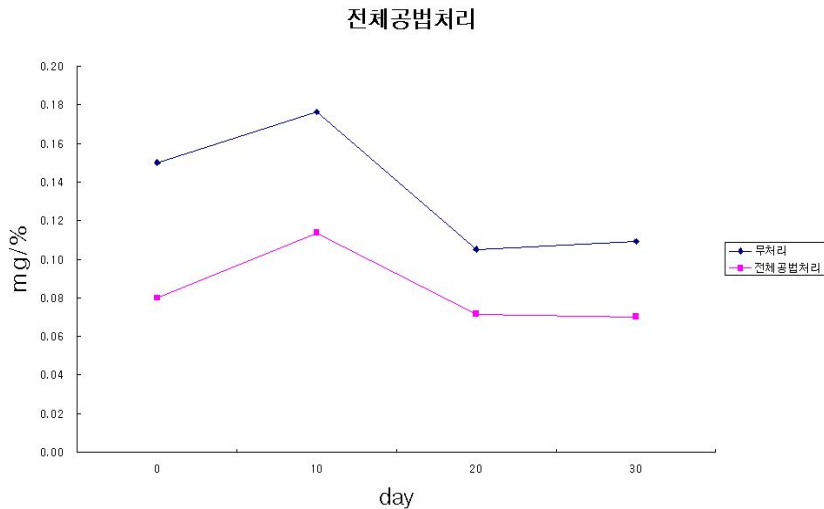


Fig.19 육가공품의 제조공정 중 전체공법처리 제품과 무처리 제품의 TBA가 비교

⑤ 각 공법적용제품의 TBA가와 관능검사 비교

- 각 공법을 적용한 제품을 30일간 냉동 보관 후 100℃에서 7분간 재가열하여, 중심온도를 75℃까지 하였음.
- 모든 처리구의 0.1이하의 TBA가를 가졌으며, 유의적인 차이가 나는 관능검사값을 나타내지 않았음.
- 다만 전체공법처리 제품이 다소 낮은 이취강도를 나타내었으나, 유의적으로 큰 차이는 아니었음.
- 전체처리구를 비교하였을 때 항산화제첨가 공법을 적용한 제품의 TBA가가 무처리구와 비교하여 가장 낮은 TBA가를 나타내었음.

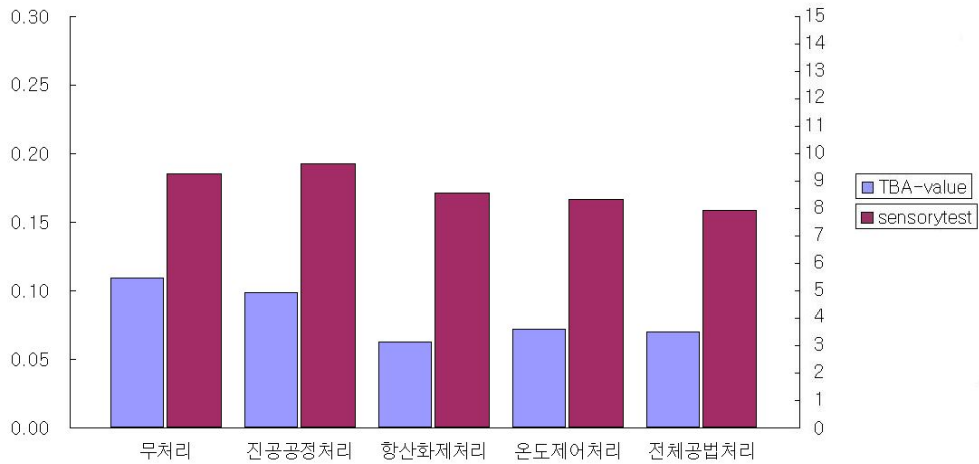


Fig.20 육가공품의 제조공정 중 각 공법 처리 제품과 무처리 제품의 TBA가와 관능검사 비교

(2) 완제품의 가공 조건별 Pilot scale단위의 제품 제조

- 자사내 이취클레임 발생 빈도수가 큰 제품인 동그랑땡, 통살돈까스, 설하떡 제품의 기존 제품과 전체공법처리제품을 pilot 생산하여 TBA가, 관능검사하였음.
- 동그랑땡의 TBA가는 0.23에서 0.16으로 다소 낮아졌으며, 통살돈까스, 설하떡은 낮은 TBA가를 가지고 있었으나, 전체공정처리 제품이 무처리군보다 다소 높은 TBA가를 나타내었음.

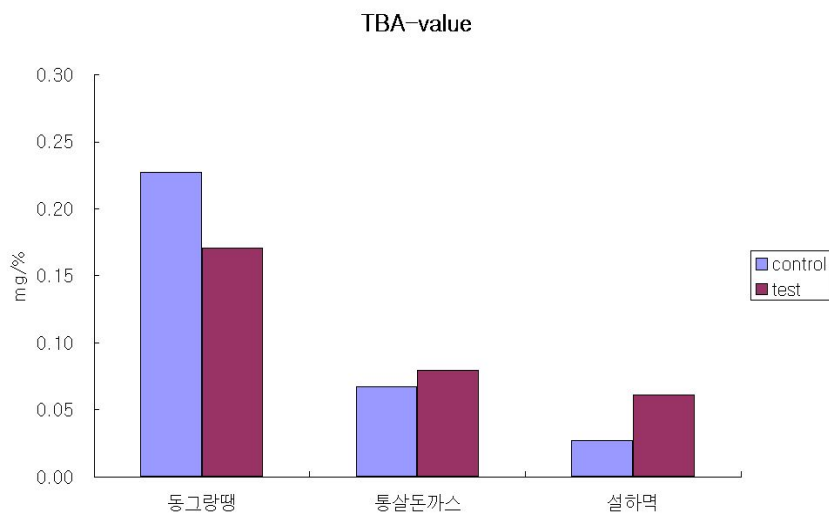


Fig.21 자사내 이취클레임 빈도수가 높은 제품의 전체공정 처리 후 기존제품과 TBA가 비교

○ 이취강도를 측정한 관능검사에서는 전체 시료가 최고 15점 보다 낮은 7점이하의 값을 나타내어 관능적으로 이취를 크게 느끼지 못하였으나, 전체공정처리구가 다소 낮은 이취강도를 나타냄.

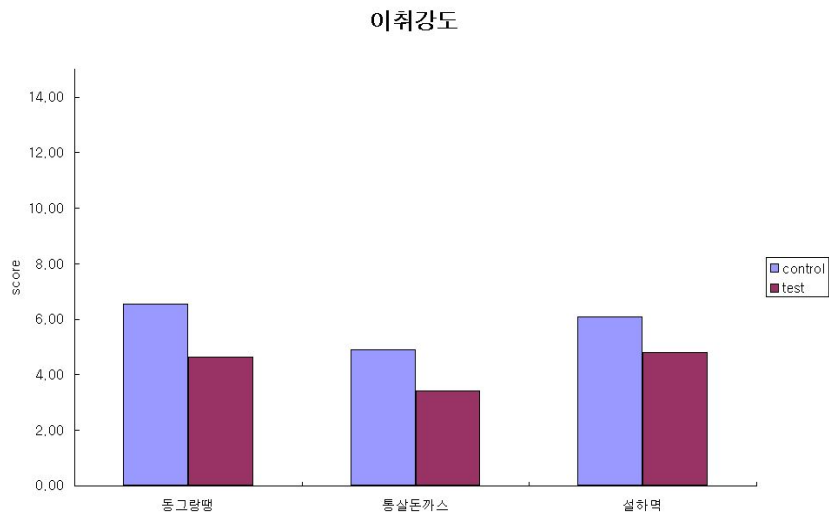


Fig.22 자사내 이취클레임 빈도수가 높은 제품의 전체공정 처리 후 기존제품과 이취강도 비교

- 제품 선호도 면에서도 전체공정 처리 제품이 다소 높은 선호도를 나타냄
- 결과적으로 전체공정처리 제품의 경우 유의적인 TBA가의 차이가 나지 않거나, 미미하게 값이 높게 나타났다고 하더라도, 전체공정처리가 이취강도와 관능적인 선호도 면에서 다소 높게 나타났음.
- 최종제품의 미생물 수준은 기존제품과 공정적용 제품 모두 일반세균, 대장균, 식중독균을 측정하였으며, 모두 기준을 충족하고, 식중독균은 모두 음성이었다.

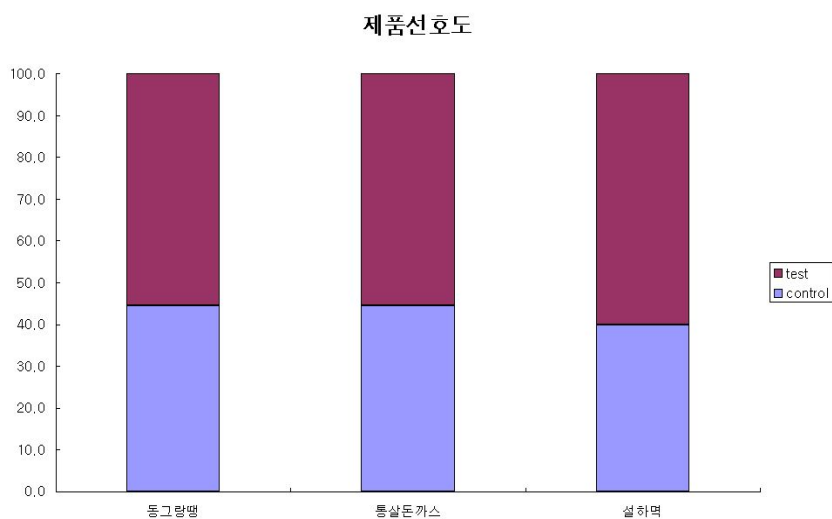


Fig.23 자사내 이취클레임 빈도수가 높은 제품의 전체공정 처리 후 기존제품과 제품선호도 비교

(3) WOF 원인물질의 제어, 배제 공정 조건 연구 및 표준화 Process 개발

- WOF의 원인물질은 지방의 산패에서 생성되는 카르복실기를 가진 화합물에 의한 경우가 대부분임.
- 그러나 이러한 지방산패를 촉진하는 가장 중요한 인자는 온도의 상승, 산소와의 노출, pH의 하강, 보수력의 저하에 있으며, 보수력의 저하로 발생하는 Drip은 철이온(Fe^{2+} , Fe^{3+}) 이 다량 함유되어 있기 때문에 지방의 산패를 촉진하여, 신속하게 카르복실 화합물을 생성하게 만들.
- 알데하이드의 수준과 TBA가의 수준을 낮추기 위해 다음의 공정이 검토되었음.

① 원료육의 Drip 방지를 위한 냉,해동 온도관리 실험

- 냉동과 해동의 과정에 있어서 가장 중요한 요인은 원료육의 온도관리에 있음
- 4℃의 냉장돈육을 지름이 5cm, 10cm, 15cm, 길이 60cm의 육피를 만들고, 이 육피에 데이터로거를 삽입 후, 각 원료육이 냉동, 해동되는 중심온도의 변화와 시간을 측정하여, 적절한 냉, 해동조건을 파악하고자 실험을 계획함.
- 냉동온도 -38℃에서 지름 5cm, 10cm, 15cm의 육피가 완전히 동결되어 중심온도가 -38℃가 되는 시간은 각각 9시간, 12시간, 13시간이었다.
- 해동온도 -5℃에서 지름 5cm, 10cm, 15cm의 육피가 중심온도 -5℃가 되는 시간은 각각 8시간, 9시간, 11시간이었다.
- 냉,해동온도와 시간은 원료육의 Drip 발생에 영향을 주며, 관리가 필요함.

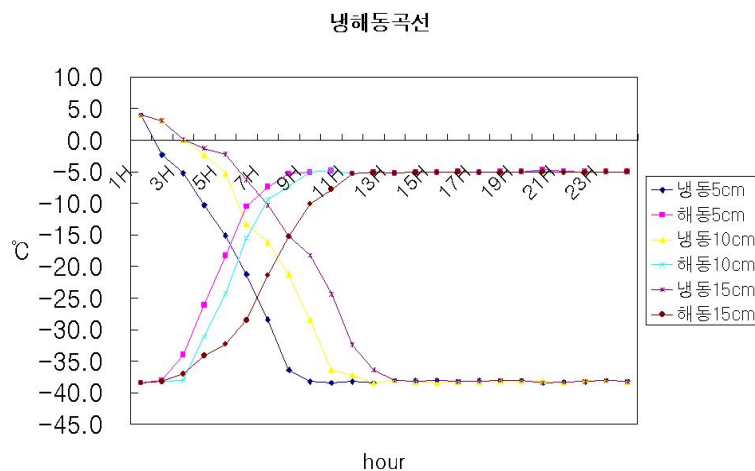


Fig.24 원료육의 Drip 발생방지를 위한 냉 해동 온도관리 곡선

② 탈취, 탈기를 위한 기압조건에 따른 수분의 끓는 점 곡선

- 가공육제품을 생산하기 위한 공정에서는 작업의 편리서, 제품의 품질과 밀도, 지방산패의 억제등을 이유로 다양한 진공장비가 사용이 됨
- 하지만 대부분의 진공장비는 적합한 기준 없이, 제품 중간의 공기층을 제거할 목적으로만 사용되는 경우가 많음.
- 대기압이 감압, 가압되는 조건에 따라 수분 및 휘발성 물질들은 상변화를 일으킴
- WOF의 제어를 위하여, 케톤, 알데하이드 등의 휘발성 유기물을 제거하고, 그 수준을 낮춰 주는 것이 TBA가, 알데하이드, 관능검사 결과 유리한 것으로 판단 됨.
- 그림 25에서는 0.1기압에서 수분이 46℃에서 끓어 증발하는 것을 나타내고 있으며, 대부분의 휘발성유기화합물은 24℃~30℃에서 기화되어 뿜어져 나오는 특성이 있으므로, 낮은 대기압에서는 10℃에서도 기화되게 된다.
- 이를 활용하여, 육가공품 제조에 활용되는 진공장비의 진공도는 0.1 ~ 0.2기압의 상태가 되어야 하며, 계산상으로 진공도를 나타내는 진공계이지의 값이 80~90kpa의 수치를 나타내는 것이 바람직함.

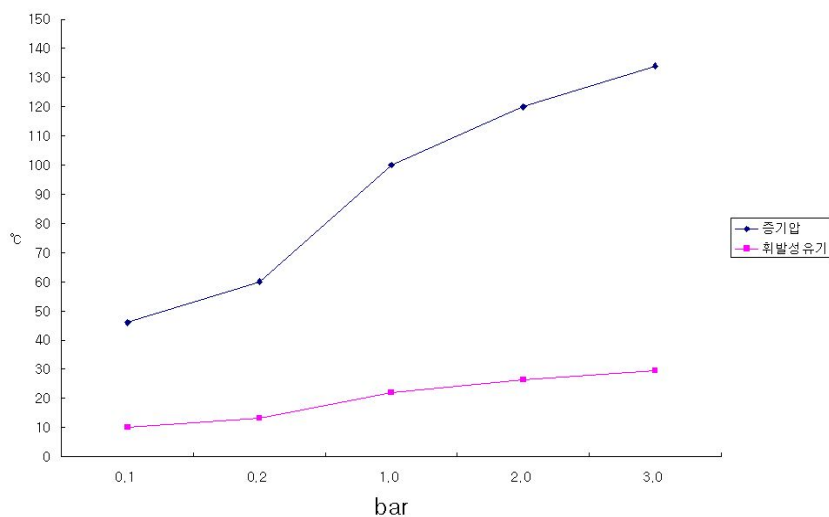


Fig.25 탈취, 탈기를 위한 기압조건에 따른 수분의 끓는 점의 증기압곡선과 휘발성유기화합물의 기화 비례식곡선

③ WOF억제효과를 위한 아스코르브산의 적정 농도

- 육제품의 가공 중에 첨가하는 아스코르브산의 농도는 항산화 효과 뿐만 아니라 식육과 제품의 색상, 아질산염의 소거능과 관련해 매우 중요함.

④ WOF억제 공정 PROCESS

- 실험결과를 고려한 WOF억제 공정 process는 다음과 같음.
- WOF를 억제하기 위해서는 최초 원료육의 오염이 되지 않아야 하며, 원료육의 저장기간 동안 산소가 차단되고, Drip이 발생하지 않아야 함
- 온도관리에 있어서 냉장육과 냉동육의 보관온도 조건은 4℃를 넘지 않아야 하며, 냉, 해동 시에도 온도관리가 되어 제품에 맞는 적절한 해동온도와 시간을 확보해야 함.
- 항산화제 첨가는 제품의 pH가 5.8이하로 저하하지 첨가해야 하며, 아스코르브산의 경우 300ppm 정도를 첨가하는 것이 항산화효과를 높이고 지나친 pH 저하를 막는 농도 조건임.
- 진공탈기 조건은 진공도가 80kpa에서 대부분의 휘발성유기화합물의 농도를 낮출 수 있을 것으로 사료됨.

(4) 제조공정의 여건을 반영한 WOF제어처리 생산 · 품질관리 체계 수립

○ WOF억제처리 생산. 품질관리 체계 Process

원료	온도관리	항산화	진공탈기, 탈취
<ul style="list-style-type: none"> - 이물질관리 (혈반, 오염물) - Drip 및 혈액오염 (발생초기에 제거) - 저장기간 조건 (4℃ 이하, 산소차단) - 미생물 오염 방지 (포장내 보관, 해동) - 원료육 이력추적 (유통기한, 규격) 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업장 온도 10℃이하 - 원료육 보관, 해동 중 온도상승억제 (4℃이하) - 혼합, 세절공정 중 온도 상승 억제 (4℃ 이하) - 냉동육 (냉동-1℃ 이하 가공) - 냉장육 (냉장 4℃ 이하 가공) - 해동육 (4℃이하에서 해동) 	<ul style="list-style-type: none"> - 항산화제 첨가 (가열처리육의 경우) - 항산화제 첨가농도 (제품의 pH 5.8이상유지) 낮은 pH 품질 저하 - 1kg당 첨가량 (0.3g 적정 아스코르브산 기준) - 기타 천연항산화제 (토코페롤, 포도주, 버섯, 과일류) 	<ul style="list-style-type: none"> - 탈기공정 적용 (제품내 산소제거) - 진공도 유지 (0.2기압 이하) - 최소3분이상 - 냉동육, 해동시 (진공도 0.2기압이하 온도 4℃ 이하)

Fig.26 WOF억제처리 생산, 품질관리를 위한 process

- 작업장의 온도관리는 통상 15℃ 전후로 관리하고 있으며, 물류센터의 경우 10℃미만의 온도관리를 유지하고 있음.
- 유통관리상에도 냉장온도를 4℃~10℃로 관리하고 있으나, 식육의 처리기준에는 법적으로 -1℃~ 10℃로 기준을 다시 설정하였음.
- WOF억제를 위해서는 온도관리가 매우 중요한 요소로 작용하며, 온도관리 체계를 4℃이하로 유지하는 것이 품질 및 식품안전에 매우 중요함.

2) WOF 발생 제품에 발생억제 첨가물 연구

(1) WOF 발생억제를 위한 첨가물의 성분 및 효능 연구사례

- 선행 WOF 연구에 의한 첨가물에 대한 비교 분석 및 사례 연구
 - 녹차를 첨가한 돼지고기, 닭고기, 육원전의 기호도와 항산화 효과
 - 토마토 건조분말을 첨가한 돈육패티의 이화학적 특성 및 항산화 활성
 - 호박즙의 유지에 대한 항산화 효과
 - DF-100의 항균성 및 육가공제품에서의 항균제와 항산화제의 대체효과
 - 사탕수수추출물의 정미효과
 - 상업적 γ -Oryzanol과 α -Tocopherol 첨가에 따른 냉장 조리 돼지고기의 Warmed-over flavor(WOF)와 7-Ketocholesterol 제어 효과

(2) WOF 발생억제물질 첨가량 및 분석 기준안 제시

- 아스코르브산 첨가량을 기준으로 항산화 첨가물의 첨가 기준량 분석을 분석할 수 있음.
- 그림 26은 아질산염 소거능과 관련하여, 아스코르브산의 활성능력을 비교한 그래프이며, 아스코르브산의 농도가 육제품의 300pp이상에서 높은 아질산염 소거능과 항산화능을 보여 줌.

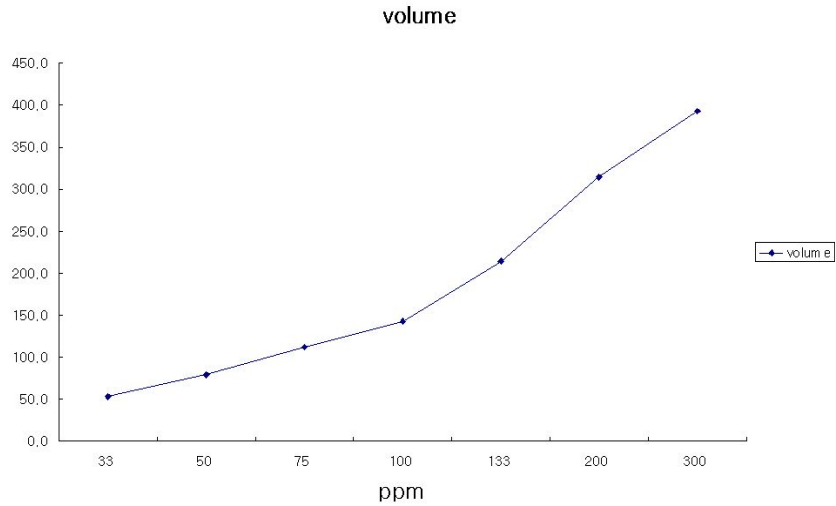


Fig.27 아질산염 소거능을 활용한 아스코르브산의 활성 농도 비교표

○ 다만 아스코르브산의 항산화효과를 위하여 300ppm 이상의 첨가는 제품의 pH를 낮추고, 보수력을 상실케 할 수 있음.

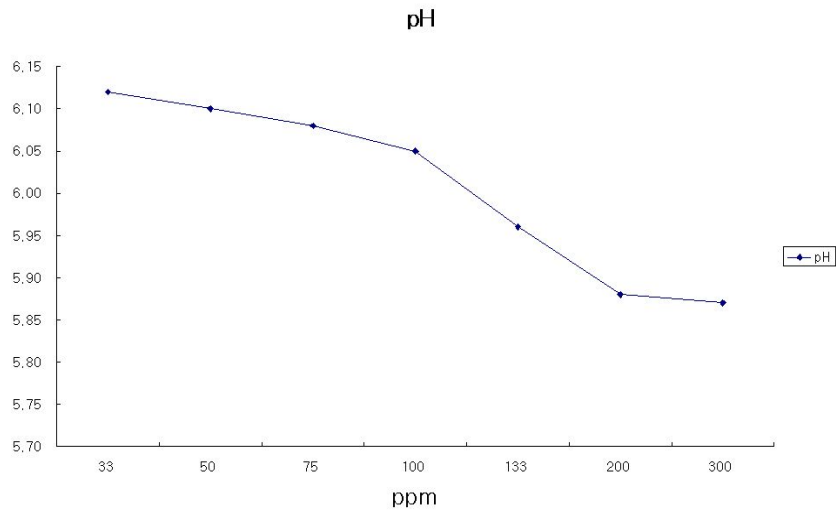


Fig.28 아스코르브산 첨가농도에 따른 육가공품의 pH변화

3. 육가공품의 WOF 억제를 위한 처리(가공)방법 및 품질향상을 위한 레시피개발

1) 육가공품의 WOF 억제 고급상품 개발

(1) WOF 발생억제를 위한 레시피 개발

* 본레시피 개발을 위하여 고제길 요리명인의 자문으로 진행됨.

○ 돈육 핏물제거 방법

- 핏물제거 방법은 식육의 지방의 산패를 촉진하는 철(Fe)이온을 제거할 목적과 식육내부에 올리브잎의 항산화제로서의 효과를 고려한 방법임.
- 냉장된 돈육을 오염부위를 제거함
- 물 10리터, 소금 30g, 마늘 3쪽, 올리브잎 15개를 넣음
- 정선된 돈육을 염지액에 넣고, 24 시간 핏물을 제거함



Fig.29 요리재료를 이용한 핏물제거 염지액 제조

- 핏물제거 염지등심의 TBA가는 0.05 임.
- 관능검사 결과 이취가 전혀 없었음.
- 천연 항산화 물질이 물에 흘러나오는 Drip의 산화를 방지한 것으로 사료

○ 냉동우유 알콜첨가 해동 방법

- 알콜 첨가 해동 방법은 식육 및 식육내 지방이 공기와 직접 접촉하는 것을 막고 올리브오일의 항산화효과로 지방산패를 억제하는 방법임.
- 냉동된 우유의 오염부위를 제거함 (해동온도 -5℃)
- 정선된 우유 95%에 올리브오일 2.5%, 포도주 2.5%를 첨가
- 배합을 혼합하여, 3시간 냉장 4℃로 유지한 후 사용



Fig.30 냉동우유 알콜첨가 해동방법

- 냉동우유 알콜첨가의 TBA가는 0.1 이었음.
- 조리전 알콜냄새가 많이 났으나, 조리 후 알콜 냄새가 사라지고 이취가 없음
- 알콜이 가열 시 증발하면서, 알데하이드 성분과 함께 증발 한 것으로 사료

(2) WOF 발생억제를 위한 조리방법 개발

○ 가열 조건에 따라 변호하는 TBA가를 비교 분석하였음.

- 가열하지 않은 설하떡의 TBA가는 0.06 이었음.
- 100℃에서 7분 찜 조리 시에 중심온도는 75℃이하였으며, TBA가는 0.06으로 변화가 없었으며, 이취강도도 낮았음.
- 165℃ 튀김유에서 3분 튀김 조리시의 중심온도는 100℃ 였으며, TBA가는 0.17로 상승하여, 높은 수치를 가졌으나, 이취강도는 다소 높아 졌음.
- 210℃ 오븐조리에서 5분 조리시에는 중심온도는 120℃를 초과하였으나, TBA가는 0.1 로 다소 높게 상승으나, 이취강도는 보통수준이 었음.
- 조리 시 튀김조리는 튀김유의 영향으로 다소 높은 TBA가와 이취를 가짐

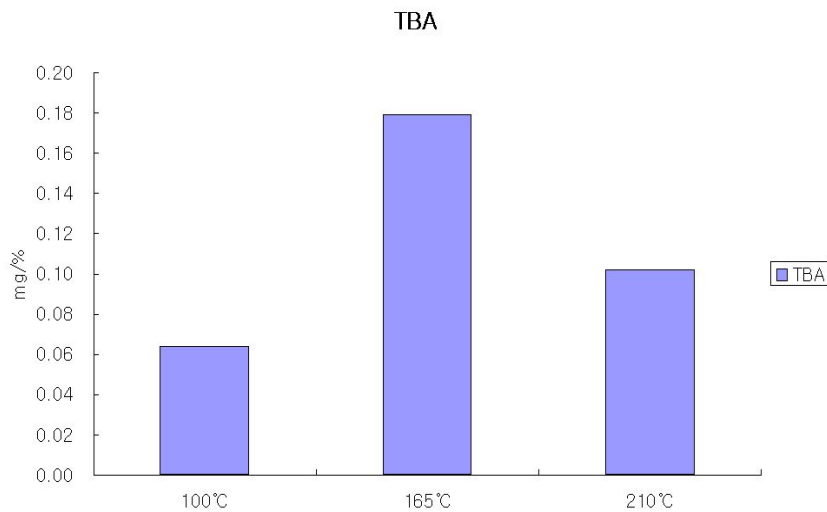


Fig.30 설하떡의 가열온도조건에 따른 TBA가의 비교

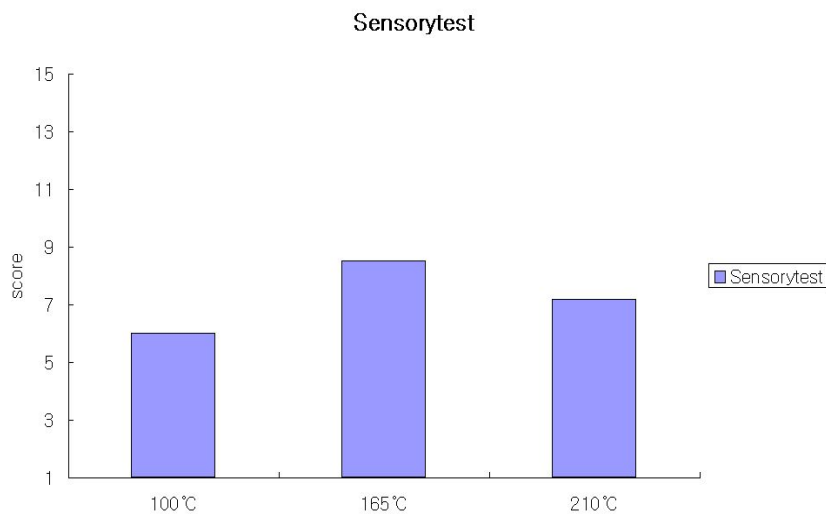


Fig.30 설하떡의 가열온도조건에 따른 이취강도 비교

2) 개발제품군

(1) 동그랑땡

○ 배합비

계육21.3 , 돼지고기 11.55, 우지방 7.47, 양파, 당근, 대파, 옥수수전분, 건빵가루, 조식대두단백, 분리대두단백, 마늘, 비프시즈닝, 대두가공품, 간장, 불고기양념장, 참기름, 카라기난, 함수결정포도당, 정백당, 생강, 흑후추분말, 인산염, 핵산IG, Vit-C

○ 주요공정

원료육 해동 (-5℃), 분쇄, 배합투입(아스코르브산, Vit-C 300ppm), 혼합(진공 80kpa), 성형, 증숙(100℃, 4분), 냉동(-38℃), 포장

○ 관능검사결과

201명 조사, 평균 7.07 점 (15점척도법)

(2) 통살돈까스

○ 배합비

돈육 43.6, 정제수, 정제염, 인산염, IG, ViT-C, 말토덱스트리, 함수결정포도당, 카라기난, 마늘양파풍미분말, 육풍미분말, 프리더스팅믹스, 돈가스배터믹스, 빵가루

○ 주요공정

원료육정선 (4℃), 배합투입(아스코르브산, Vit-C 300ppm), 혼합(진공 80kpa), 성형, 냉동(-38℃), 해동(-5℃), 커팅, 빵가루도포, 냉동(-38℃), 포장

○ 관능검사결과

128명 조사, 평균 4.78 점 (15점척도법)

(3) 설하떡

○ 배합비

돈육 58.9, 돈지방 11.7, 조직대두단백, 정제수, 대파, 양파, 마늘 생강, 숯불양념, 떡갈비양념, 흑후추, 아질산나트륨, 진간장, 참기름, 흑설탕, MSG, 아스코르브산 정제염, 인산염, 복분자엑기스, 표고버섯, 토마토케찹, 건빵가루

○ 주요공정

원료육 해동 (-5℃), 분쇄, 배합투입(아스코르브산, Vit-C 300ppm), 혼합(진공 80kpa), 성형, 증숙(100℃, 4분), 직화오븐 (210℃3분), 냉동(-38℃), 포장

○ 관능검사결과

192명 조사, 평균 5.55 점 (15점척도법)

□ 제 3장 연구성과 활용실적

○ 연구성과 개요

본 연구성과는 다음과 같음.

- WOF가 발생하는 제품은 가열처리공정에 따라 소비자 관점에서 다양한 이취로 표현되는 것으로 파악 됨.

- WOF가 발생하는 제품들은 대부분 알데하이드의 총량이 높았음

- 초기 알데하이드의 낮은 수준 또는 감소는 WOF의 발생을 낮게 함

- WOF는 알데하이드와 TBA가와 상관관계가 있었으며, TBA가를 WOF 발생과 관련하여 지표로 할 수 있으며, 즉 알데하이드의 수준이 높은 것이 TBA가의 수준

이 높고, 관능적으로도 유의적으로 WOF를 감지할 수 있음

- WOF는 TBA가 0.05mg/%에서 30명의 관능패널이 모두 느끼지 못하였고, 반대로 3.0mg/%에서는 모두 이취를 느낄 수 있었으므로, TBA를 0.3mg/% 이하로 관리하는 것이 바람직하며, 최대한 0.05mg/%에 근접하게 관리하는 것이 중요함.

- 진공포장, MAP포장, 합기포장의 경우 냉동제품의 경우 유통기한 동안 TBA가의 변화가 유의적인 차이가 없었으므로, 냉동제품은 최초의 생산제품의 알데하이드 수치와 TBA가의 관리가 더 중요한 것으로 사료됨.

- WOF관리를 위한 제조공정에 대한 process를 개발하였고, 개발된 process조건을 적용한 제품은 TBA가의 수준이 낮아 소비자검사, 소비자 모니터링에서 기존 낮은 이취강도를 보여 주어, WOF관리 제조공정은 유의적으로 WOF를 억제할 것으로 판단됨

- WOF관리를 위한 제조공정 진공처리공정, 항산화제첨가공정, 온도관리공정은 단독 병행하였을 때 유의적인 효과가 있었음.

- 특히 진공처리공정의 처리공정은 냉장상태로 관리하는 조건에서 초기 알데하이드 수치를 유의적으로 낮출 수 있는 공정으로 판단되며, 단 제품을 진공상태로 지속적으로 유지할 수 없기 때문에, 초기 알데하이드의 수치가 높을 것으로 예상되는 제품에 한해서 적용할 수 있을 것으로 사료됨.

- 항산화제첨가공정과 온도관리공정은 모두 유의적인 효과가 있었으며, 특히 항산화제의 첨가 수준은 아스코르브산 기준으로 300ppm 수준을 유지하여, 제품의 pH가 5.8 이하로 강하하는 것을 방지하는 것이 중요한 것으로 사료됨.

- WOF에 있어서 냉동제품의 경우 초기제품과 저장기간 30일 동안의 미생물적인 변화는 유의적인 변화가 없었음.

- 미생물에 의한 이취문제는 WOF보다는 변질, 변패에 관련한 이취클레임이 있었고, 이취가 나지만, 미생물적인 안전성에는 문제가 없는 제품

- 가열처리 조건에서 100℃의 찜조리조건, 165℃의 튀김조리조건, 220℃의 구이 조리조건등의 조리조건은 튀김 제품이 TBA가의 수치가 높아졌으나, 이는 기름에서 조리하는 경우인 것으로 생각되나, TBA가 수치가 높아졌다는 것은 이후 WOF의 발생가능성이 높아졌다는 것을 판단됨.

- WOF를 억제하기 위한 이외의 해결가능 방법은 원료육 및 가공육제품의 경우에 알데하이드의 수치를 높일 가능성을 제거하는 핏물제거 및 산소와의 접촉을 방지하는 방법 등이 WOF의 가능성이 낮은 수준의 TBA가를 보였다.

- WOF 억제 process를 적용한 제품의 개발 제품화 실적 및 지적재산권의 내용은 다음과 같다.

○ 제품개발 3종

적용 : 동그랑땡, 돈카스, 설하떡 이취빈도가 높은 제품에 적용, 개선 생산

효과 : 이취클레임 감소, WOF억제 공정관리 체계 적용

○ 기술이전 실적

기술이전명	이취제거 공정관리 process
기술이전업체	레드앤그린푸드
기술료	-

○ 사업화 및 제품화 실적



제 품 명(시제품명) : 손수다져만든 동그랑땡
제 조 사 : (주)레드앤그린푸드
출 시 일 : 2013. 8
제품특징 : WOF억제공법을 활용하여, 이취가 없고, 조직이 부드러움

매출실적 및 향후 전망 :
 현공급 중인 제품에 기술 적용 품질향상
 차후 WOF억제공법 마케팅에 활용예정



제 품 명(시제품명) : 손수부드러운 통살돈카스
제 조 사 : (주)레드앤그린푸드
출 시 일 : 2013. 8
제품특징 : WOF억제공법을 활용하여, 이취가 없고, 조직이 부드러움

매출실적 및 향후 전망 :
 현공급 중인 제품에 기술 적용 품질향상
 차후 WOF억제공법 마케팅에 활용예정



제 품 명(시제품명) : 손수다져만든 수라산적 (기존 설하떡)
제 조 사 : (주)레드앤그린푸드
출 시 일 : 2013. 9
제품특징 : WOF억제공법을 활용하여, 이취가 없고, 조직이 부드러움

매출실적 및 향후 전망 :
 현공급 중인 제품에 기술 적용 품질향상
 차후 WOF억제공법 마케팅에 활용예정

□ 제 4 장 기대효과

- 육가공제품의 품질향상을 통한 소비자의 제품 만족도 향상
- 육가공제품의 판매량 증진
- 소비자 편의형 가열조리 식품업체의 해외진출 경쟁력 강화

□ 제 5 장 지식재산권 실적

○ 특허/출원 등록

번호	산업재산권 (특허, 품종, 디자인 등)	출원/등록	특허/출원명	등록/출원 번호	등록/출원일자
1	-				
2	-				

○ 논문 발표

번호	논문명	저널명 (Full name)	ISSN	Vol(No.)	시작페이지	First Author	Co-Author
1	육제품의 WOF억제 기술 연구	축산식품학회정기 학술대회지		2013.5			
2							