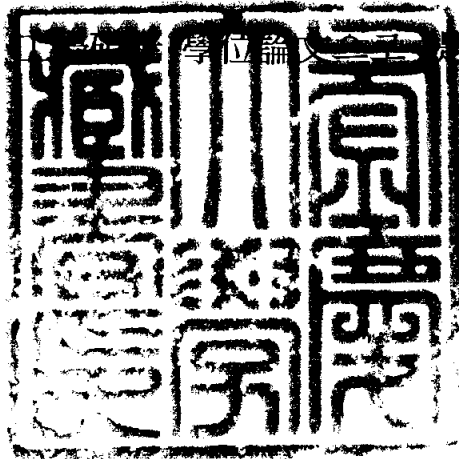


工學碩士 學位論文

가정용 냉장고의 기능성 첨가를 위한
온도대의 검색

指導教授 趙 永 濟

이 論文을



學位論文으로

출함

2003年 8月

釜慶大學校 産業大學院

食品産業工學科

孫 鉉 得

孫鉉得의 工學碩士 學位論文을 認准함

2003年 6月 日

主 審 農 學 博 士 梁 志 榮



委 員 工 學 博 士 金 泰 辰



委 員 水 產 學 博 士 趙 永 濟



목 차

Abstract	1
서 론	3
재 료 및 방 법	6
1. 실험재료	6
2. 실험방법	6
2. 1. 온도구간 구현	6
2. 2. 외관변화	6
2. 3. 색차의 측정	6
2. 4. 휘발성염기질소(VBN)의 측정	6
2. 5. 드립의 측정	7
2. 6. 파괴강도의 측정	7
2. 7. 점탄성 측정	7
결 과 및 고 찰	9
1. 외관 및 색차값의 변화에 미치는 저장온도의 영향	9
2. 드립량의 변화에 미치는 저장온도의 영향	13
3. 외관 및 색차값의 변화에 미치는 저장 온도편차의 영향	17

4. 드립량의 변화에 미치는 저장 온도편차의 영향	20
5. VBN 변화에 미치는 저장온도의 영향	24
6. 육질의 변화에 미치는 저장온도의 영향	28
7. 전분의 물성변화에 미치는 동결 및 저장온도의 영향 ..	30
 요 약	 34
 감사의 글	 35
 참고문헌	 36

Screening of Temperature for Adding New Function on Domestic Refrigerator

Hyun-Duk Son

*Department of food Industrial Engineering, Graduate School of Industry
Pukyong National University*

Abstract

This study was to investigate effective application of domestic refrigerator for storage of various foods. The color difference, drip, breaking strength and VBN were examined during storage at partial freezing temperature ($-1 \sim -7^{\circ}\text{C}$), and rheological properties of starch food were tested at -20°C and -60 , respectively.

Partial freezing temperature ($-1 \sim -7^{\circ}\text{C}$) were predominant in quality preservation during storage of short term of domestic animals and fishes, from the results of color, drip and sensory test.

When the muscle of domestic animal and fish were exposed to temperature variation of 0.5°C , 1.0°C and 2.0°C , respectively, during storage at -3°C , the less temperature variation, the more sensory and rheological quality. And temperature variation within 1.0°C was estimated proper condition, judging from manufacturing procedure, production cost and electric power efficiency.

The viscosity and elasticity of starch foods such as rice cake, noodle and boiled rice stored at 20°C and -60°C , respectively, were

similar to control. These results suggest that the quick freezing was not necessary to appendix in function of domestic refrigerator

서 론

자연계의 식품은 고유의 열을 가지고 있으며, 식품으로부터 열을 제거, 냉각 또는 동결하거나 이러한 상태에서 식품을 취급하는 것이 식품 냉동이다. 냉동을 식품에 이용하는 목적은 저장, 가공 및 제조조건의 조정 등으로 나눌 수 있다(Kim, 1987).

가공 및 제조조건의 조정을 목적으로 하는 냉동에서는 각각의 제품에 따라서 이용되는 온도가 다르지만, 저장이 목적인 경우는 냉각저장과 동결저장으로 크게 나누어지며 식품을 동결점 이상에서 얼리지 않고 저장하는 냉각저장과 동결점 이하에서 얼려서 저장하는 동결저장으로 대별되고 있으며, 최근에는 동결점 부근의 신저장법(부분동결 법 및 빙온법 등)의 유효성이 인정되어져서 실용화되고 있다(Kim, 1987).

식품은 대상에 따라 품질저하의 시기가 다르며, 농산물은 수확, 수산물은 어획, 축산물은 도살 후, 품질저하가 발생하며 이러한 변화는 생물학적 요인 및 화학적 작용, 물리적 요인에 의하여 일어나게 된다. 이것은 살아 있을 때에는 나타나지 않지만, 사후 미생물에 대한 억제 기구가 파괴되므로, 그 기능이 저하하여 미생물에 의한 작용에 의하여 좋지 않은 변화가 일어나며, 저온을 이용한 저장은 물리적, 화학적, 미생물학적 변화를 늦추거나 정지시킬 수 있다.

식품의 품온이 점점 내려가면 빙결정이 생성하게 되는데, 처음으로 빙결정이 생성되는 온도를 그 식품의 동결점이라고 한다. 식품의 종류마다 동결점은 차이가 있으며, 식품의 수용액 농도에 차이가 있기 때문이다. 최대빙결정생성대란 식품을 동결하는 과정에서 빙결정이 최대로 생성되는 온도대를 말하며, 일반적으로 동결점에서 5°C 사이에 존재하고, 이 온도대에서 식품의 수분함량의 약 80%가 빙결정으로 석출되므로 동결식품의 품질에 큰 영향을 미친다. 최대 빙결정생성대에서 단백질의 변성은 빙결정 생성에 의한 이온강도의 상승 및 pH 저하에 의

하여 일어나며, 0~-30℃에 단백질을 저장할 경우, 5~10℃ 범위에서 변성이 가장 많이 진행된다.

부분동결(partial freezing)은 super chilling 또는 deep chilling으로도 불리며, 어류, 식육등의 중기간(3~4주)의 선도보존에 이용된다. -3℃ 부근에서 식품을 저장하는 방법으로 식품내에 빙결정의 일부가 생성되어 반동결 상태로 된다. 미생물은 일반적으로 저온에서 증식속도가 저하하여 증식최저온도 이하가 되면 휴면상태로 되거나 서서히 사멸한다. 미생물을 급격히 저온으로 옮긴 경우에 사멸함의 알려져 있는데, 이 현상을 cold shock 라고 부른다. 미생물의 사멸은 냉각시의 온도 및 세균의 종류에 따라 다르며, 냉각온도가 낮을 수록 사멸률이 크고 저온세균 보다는 중온세균이 사멸하기 쉽다. 또 최대빙결정생성대의 사멸률이 보다는 크게 되는데, 이 원인은 이 온도대에서는 일부의 효소계가 활동을 하기 때문에 대사계의 불균형으로 대사적 손상을 받아 사멸한다 (Kiyonari et al., 1983).

축육의 근육을 구성하는 단백질은 도살직후의 육색은 근육 색소인 myoglobin의 존재로 암적색을 띠지만, 공기와 접촉하면 공기중의 O₂와 결합하여 oxymyoglobin이 되어 선홍색으로 된다. 이 때에 내부육은 자적색을 띠는데 이것은 myoglobin에 결합하여 있는 산소가 적은 상태의 것으로 deoxymyoglobin이라고 부른다. oxymyoglobin 상태의 육을 더 방치하여 두면 화학적 산화반응이 일어나서 3가의 철로 변하여 갈색의 metmyoglobin이 된다. 이런 색소의 산화에 온도가 중요한 영향을 미치며 표층부에서는 -3~-4℃, 내부육에서는 6~7℃때에 met화가 최대가 되어 0℃ 보다 촉진된다(박희열 등, 2000).

미생물은 일반적으로 저온 하에서 증식속도가 저하하여 증식 최저온도 이하가 되면 휴면상태로 되거나 서서히 사멸하게 된다. 전분의 노화는 1~-1℃ 부근의 온도에서 정점이며, 이 온도보다 낮거나 높을수록 진행이 억제되며, 18℃ 정도에서는 정지된다(박희열 등, 2000). 최근의

가전제품은 소비자들의 다양한 요구에 충족하기 위하여 기능성을 첨가하고 있다. 기존의 가정용 냉장고의 냉장실의 온도분포는 실내온도 및 냉장실내의 수용식품과 냉기 흐름의 정도에 따라 다르나 국내가전사의 냉장고내 온도는 구간에 따라 냉기가 나오는 안쪽 부분은 2.0℃, 냉기가 식품의 부하에 의하여 차단되는 출구 쪽은 5.0℃ 정도로 3℃ 정도의 차이가 난다. 문의 개폐시에 온도는 일시적으로 상승하여 10℃ 이상의 온도에서 다시 안정화되는데 1시간 정도 소요된다. 이러한 온도는 품질변화를 촉진시킬 수 있으며, 냉장고 식품의 보관장소에 따른 품질변화를 줄이기 위해서 균일한 냉기분포와 온도유지가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 -1~-7℃사이의 부분동결 온도대에 축육 및 어육을 저장하면서 관능변화, 드립, 파괴강도, VBN 등을 측정하고 -20℃와 -60℃에서 전분식품을 동결 및 저장하면서 파괴강도, 변형값 및 점탄성 등의 물성값을 측정하여 가정용 냉장고의 냉장실에 보관하는 육류, 생선 등의 비생체 식품의 중·단기간 최적 저장온도 및 전분식품의 처리 및 저장온도를 구하여 가정용 냉장고에 산업적으로 적용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 시약은 특급시약과 HPLC용 재증류수를 사용하였으며, 소고기, 돼지고기 및 전분식품은 부산시 남구 대연동에 소재한 M할인점에서 국내산 냉장육을 구입하여 사용하였고, 고등어는 남부민동 소재의 공동어시장에서 제공받아 사용하였다.

2. 실험방법

2. 1. 온도구간 구현

국내 가전사인 (주)LG전자의 3단칸의 김치냉동고를 이용하여 -1, 3, 5, -7℃로 보정하여 각각의 온도구간에 대하여 ± 0.5 , ± 1.0 , ± 2.0 의 편차를 주어 부분동결온도대 실험에 이용하였다. 전분의 α 화는 20, 60℃에 저장하면서 물성값을 측정 전분의 α 화를 측정하였다.

2. 2. 외관변화

냉장고의 종류에 따른 저장기간 동안의 외관변화는 디지털 카메라(MVC CD-1000, Sony Co.)를 사용, 자연 채광아래서 기록하였다.

2. 3. 색차의 측정

색차계(Minolta, CR-300)을 사용하여 표준 백색판을 대조구로하여 밝기(lightness), 황색도(yellowness), 적색도(redness) 및 백색도(whiteness, L-3b)를 측정하였다.

2. 4. 휘발성염기질소(VBN)의 측정

미량확산법(日本厚生省, 1960)에 따라서 시료를 5g 취하여 증류수

25ml를 첨가하여 5분간 균질화한 다음 10% TCA 10ml를 첨가하여 교반 후 정치하였다. 그 다음 원심분리(3000rpm×10분) 하여 상층액을 50ml로 정용하여 검액시료로 하였다. Conway unit 내실에 boric acid 1ml를 넣고 외실에 검액 1ml와 포화 K_2CO_3 1ml를 넣고 37℃에서 1시간 30분 방치한 다음 0.01N H_2SO_4 표준액으로 적정하였다.

2. 5. 드립의 측정

Awad et al. (1969)의 방법을 일부 수정하여, 시료 10g을 마쇄한 후 원심분리관에 충전하여, 원심분리(2000g×30분)한 후 상층액의 드립량의 무게를 측정 전후 무게비로 계산하였다.

2. 6. 파괴강도의 측정

Ando et al.(1991)의 방법에 따라 시료를 Table 1과 같은 조건으로 측정하였다. 즉, 시료를 밑면이 평행하게 필렛하여 10×10×0mm의 크기로 정사각형의 칼집을 수직으로 찍은 후에, 칼집위로 돌출된 부분을 잘라내고 육의 두께를 10mm로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴강도 값은 직경 10mm cylinder plunger를 사용하였으며, 속도 60mm/min때의 최고값을 측정하였다. 실험결과는 7회 측정하여 평균±표준편차(mean±S.D.)로 나타내었다.

전분식품의 파괴강도는 식품의 높이를 측정 60%까지 변형률을 주면서 최대값을 측정하였다.

2. 7. 점탄성 측정

점탄성의 측정은 동결된 전분식품을 자연해동하여 Rheowave 1(Haake Instruments Inc, German)의 60mm의 평판센서를 사용하여 25℃, 0.1~10Hz에서 storage modulus(G')와 loss modulus(G'')를 구하였다.

**Table 1. Conditions employed for breaking strength
measurement of muscle**

Instrument	SUN RHEO Meter compac-100, Japan
Sample thickness	10mm
Cylindrical plunger	10mm ¹⁾ in diameter
Crosshead speed	1mm/sec
Load cell	10kg
Chart speed	60mm/min

1) ; simulated the molar tooth

결과 및 고찰

1. 외관 및 색차 값의 변화에 미치는 저장온도의 영향

1, -3, 5℃에서 소고기와 돼지고기를 저장하면서 표면의 외관 변화 및 밝기와 적색도를 살펴본 결과(Fig. 1, 2), 소고기와 돼지고기 모두 5℃에서는 밝기 및 적색도가 급격히 감소한 후 최저점을 유지하는데 반하여, -1℃와 3℃에서는 저장기간 동안 서서히 감소하였다. 돼지고기가 소고기에 비하여 밝았으며, 전체적인 경향은 소고기와 돼지고기가 유사하였다. 이것은 냉동에 의해서 육조직이 파괴되어 drip의 손실량이 증가되기 때문에 나타난 결과로 판단된다. Hood(1980)는 저장 온도에 의해서 육색이 영향을 받는다고 하였고, Ledward et al.(1971)은 저장기간의 경과에 따른 육색의 변화는 metmyoglobin 형성율이 증가하기 때문에 육색이 퇴색되며, Claus et al.(1984)은 숙성기간 중에는 근섬유의 붕괴에 의하여 oxymyoglobin의 함량이 증가하기 때문에 육색이 개선된다고 하였다.

식품의 저온저장은 종래부터 0℃ 이상에서 단기간의 저장법인 냉장저장법과 0℃이하에서 장기간의 저장법인 동결저장법으로 대별되고 있으며, 동결저장법은 생체내에서의 효소적 및 비효소적 갈변, 미생물의 발육등 식품의 품질저하를 촉진시키는 내적 및 외적인자는 억제 정지되지만 동결·저장·해동이라는 일련의 과정에 의하여 완전한 생의 상태로는 복원되지 않으며, 냉장저장시 식품이 동결되기 전까지는 1℃라도 낮을수록 효소 및 미생물의 작용이 저하하여 저장성이 높아지는데, 이를 저온효과라 한다.

현재 일반적인 냉장고의 사용은 장기간 저장은 20℃의 동결실에 저장하고 1~2일의 단기간 저장은 냉장실을 사용하게 되나 동결실은 동결에 의한 식품의 기호도 하락 및 조리시 해동의 번거로움이 냉장실은

미생물학적·화학적 변화로 인한 품질관리의 어려움이 발생하고 있다.

냉동실의 중심온도와 육의 심온은 대략 $1.0\sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 의 차이가 있었으며, 토출구 부근의 중심온도와 심온의 차이로 고려시 -3°C 는 부분동결 온도대나 과냉각보다는 동결점부근의 온도에서 저장하는 효과로 판단되며, 이 때 동결을 막아 빙결정이 생성되지 않으면서도 -5 , -7°C 에 비교 met화를 억제시켜 관능적인 기호도가 우수하였다. 일반적으로 축육의 Met화는 $-5^{\circ}\text{C}\sim -10^{\circ}\text{C}$ 사이에서 가장 빠르다고 보고된다. 그러나 -1°C 저장은 met화의 진행이 초기에는 -5°C 와 비교하여 억제되었으나 화학적 미생물학적 품질저하가 빨라 저장 7일경에 많은 갈변이 진행되어 중단기간의 축육의 저장온도로는 적합하지 않았다.

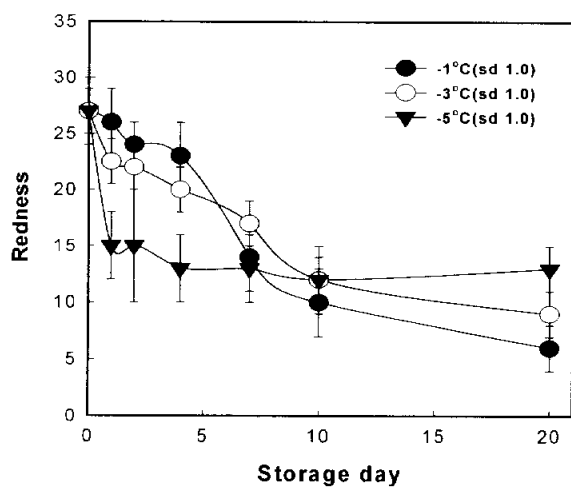
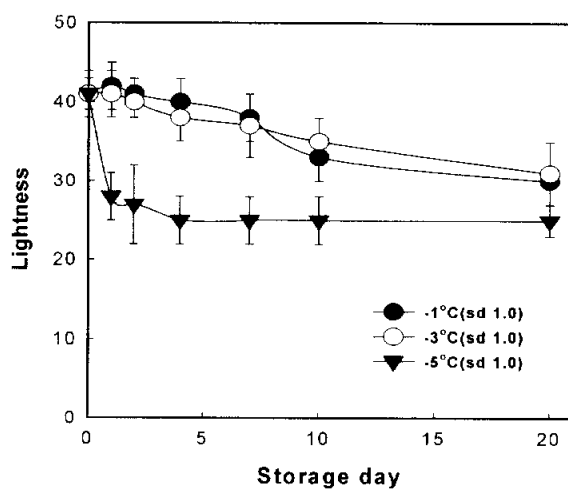


Fig 1. Changes of beef color at various temperature.

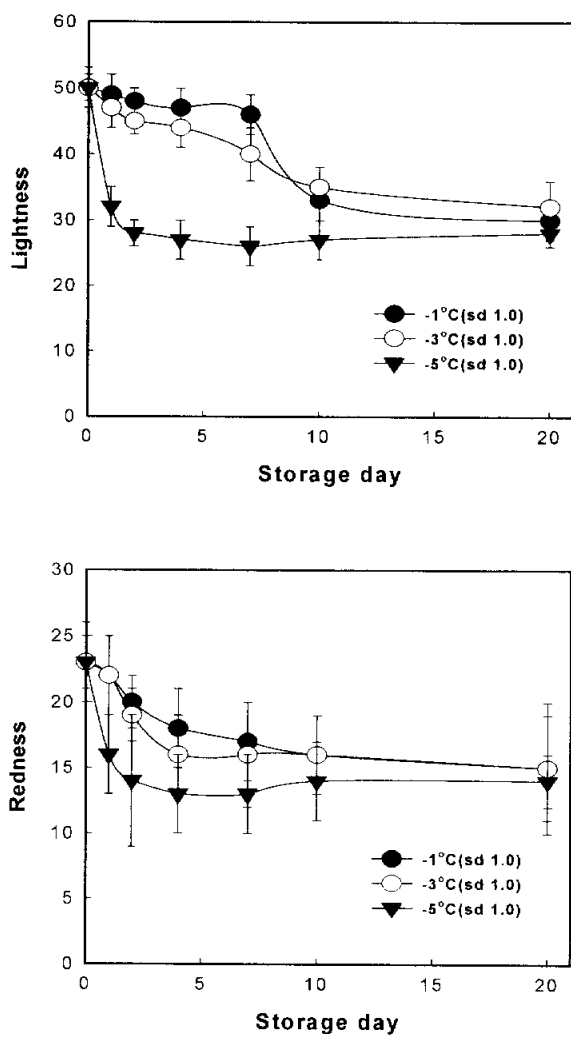


Fig 2. Changes color of pig meat at various temperature.

2. 드립량의 변화에 미치는 저장온도의 영향

소고기, 돼지고기, 고등어 모두 대조구에서는 드립이 발생하지 않은 반면 온도가 낮을수록 드립량이 증가하였으며(Fig. 3, 4, 5) 이는 -1°C 는 일반적인 축육 및 어육의 동결점보다 높은 온도이고 -3 과 -5°C 는 빙결정이 생성될수록 드립량이 증가함을 보여주었다. -1°C 에서의 저장 7일째 드립의 발생은 효소적·미생물학적 요인으로 판단되며, -3°C 에서의 드립의 발생은 부분적인 빙결정의 성장에 의한 것으로 그리고 -5°C 에서 드립의 양이 가장 많은 것은 빙결점을 수시로 침범하여 빙결정의 성장이 가장 많은 것으로 판단되었다.

동결저장의 경우에 저장기간은 연장되지만 빙결정의 성장에 의한 농축효과가 일어나서 단백질의 동결변성, 조직의 파괴, 해동시 드립의 유출 및 풍미변화 등과 같은 비가역적인 변화가 일어나서 품질을 저하시킨다(田中, 1979). 식품을 동결할 때에 빙결정이 발생하는데 발생하는 빙결정의 크기, 수, 모양, 분포위치에 따라 육질은 영향을 받게 되며 품질에 영향을 미친다. 동결속도가 매우 빠르면 미세한 빙결정이 다수 발생하지만, 동결속도가 늦어지면 대형의 빙결정이 소수 발생하게 된다. 일반적으로 최초의 빙결정은 세포 외에 발생하지만 급속동결을 하면 세포내외에 미세한 빙결정이 다수발생하고, 완만동결시에 세포외에 대형의 빙결정이 소수 발생한다. 빙결정의 사이에 대소가 발생하면 작은 것은 소실되고 큰 것은 더욱 크게 되는데 이를 빙결정의 성장이라고 한다. 동결저장중의 빙결정의 성장에는 1. 빙결정의 대소에 따른 수증기압차 2. 얼음과 물의 수증기압차 3. 저장온도의 변동 등이 있다.

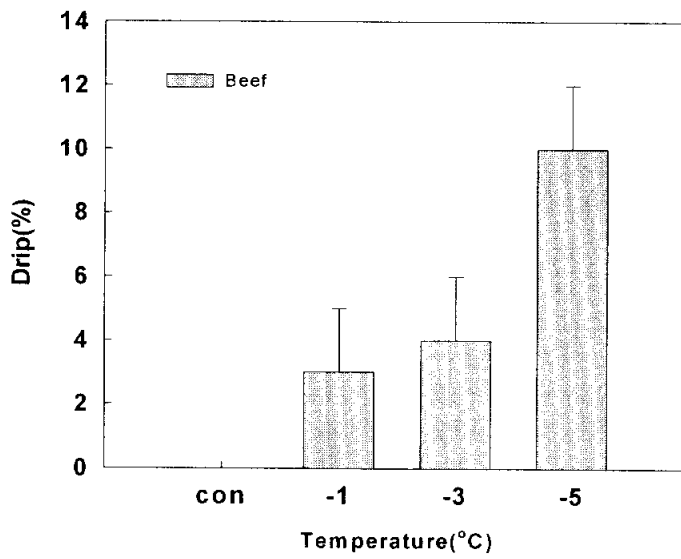


Fig 3. The effect of various temperature on drip of beef meat at 7 day.

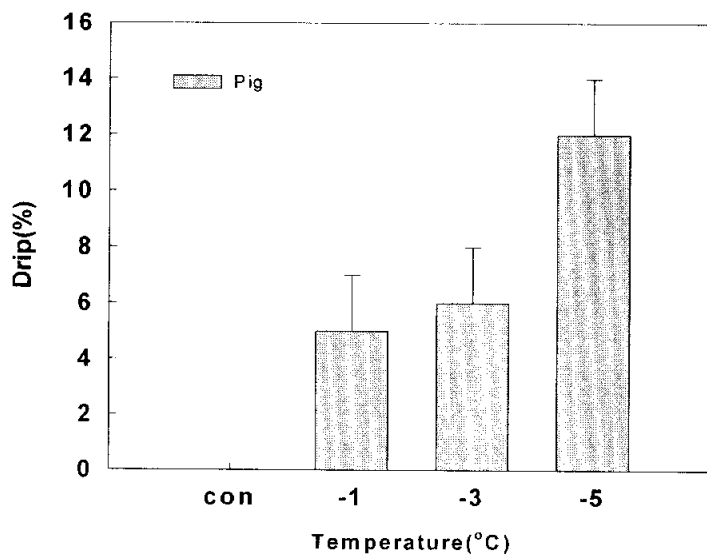


Fig 4. The effect of various temperature on drip of pig meat.

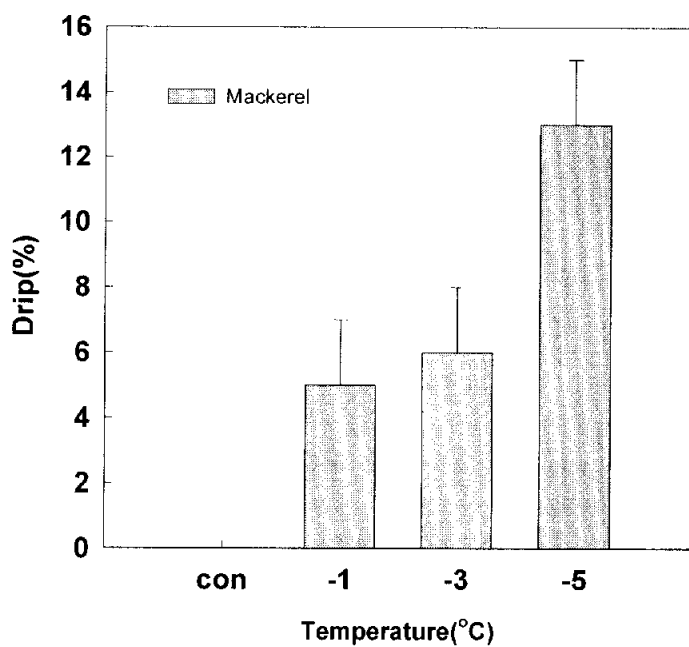


Fig 5. The effect of various temperature on drip of mackerel meat.

3. 외관 및 색차값의 변화에 미치는 저장 온도편차의 영향

최적온도인 -3°C 에서 축육 및 어육을 보관하면서 상업적인 제조에 접근하기 위하여 ± 0.5 , ± 1.0 , $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 의 온도 편차를 주었다. 우육 및 돈육 모두 온도편차가 적을수록 myoglobin의 met화가 억제되었으며, 편차 2.0°C 에서 급격하게 met화가 진행되었다. 이는 $-3 \sim -7^{\circ}\text{C}$ 의 최대빙결정 생성대에서 met화가 진행이 빨라진다는 보고와 같은 경향을 보이고 있다. 즉 중심온도와 비교 $1.0 \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 높은 온도를 고려할 때 편차 2.0°C 는 수시로 최대빙결정생성대를 침범하는 것으로 판단되었다.

온도편차가 적을수록 식품의 보관에는 유리하였으나, 가정용냉장고의 제조경비 및 상업적인 기술을 고려할 때 편차 1.0°C 가 최적인 것으로 판단되었다.

또한 빙결정 생성의 관능적결과를 고려시에도 0.5 , 1.0°C 의 편차는 품질보존이 10일 정도는 가능하였으나 2.0°C 의 편차는 동결이 진행되었다.

그러나 단기간 10일 정도보다 긴 3~4주 정도의 보관을 목표로 저장시에는 오히려 2.0°C 의 편차가 우수하였으며 0.5°C 편차의 경우에는 표면의 갈변이 상당부분 진행되어 식용이 불가능하였다.

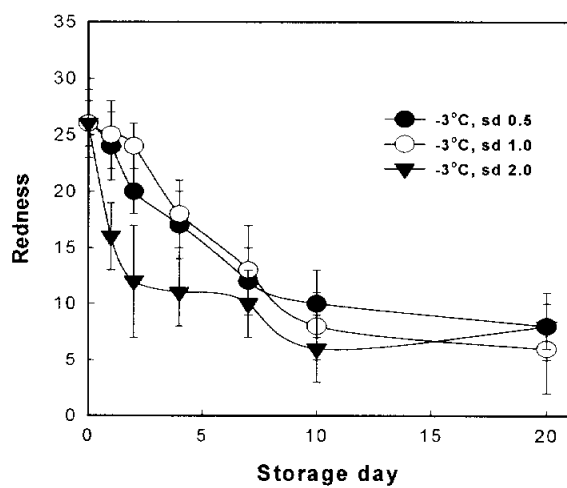
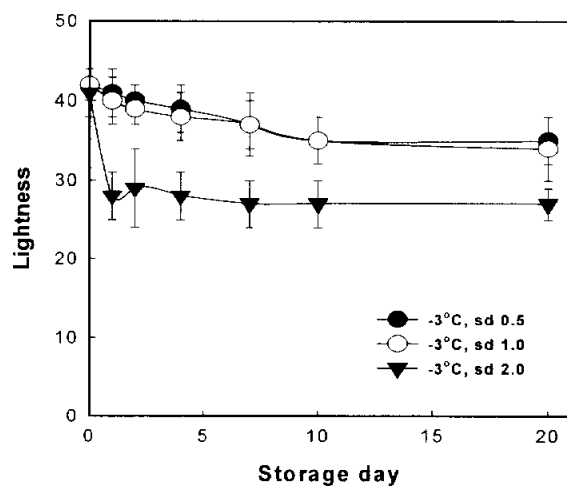


Fig. 6. Changes color of beef meat at -3°C with various temperature deviation.

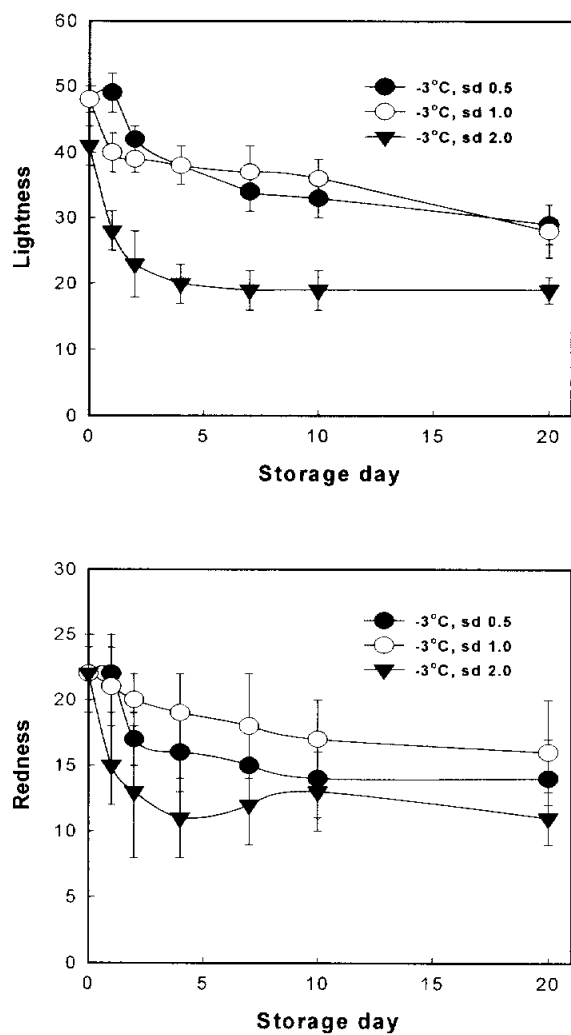


Fig. 7. Changes color of pig meat at 3°C with various temperature deviation.

4. 드립량의 변화에 미치는 저장 온도편차의 영향

최저온도인 -3°C 에 식품을 저장하면서 각각 0.5, 1, 2°C 의 온도편차를 주어 드립량을 측정하였다(Fig. 8, 9, 10). 소고기, 돼지고기, 고등어의 모든 시료에서 온도편차가 클수록 드립량의 발생이 증가하는 비슷한 경향을 보여 주었으며, 이것은 빙결정의 생성에 의한 조직의 파괴가 가장 큰 영향으로 판단되었다(田中, 1979; Awad et al., 1968).

동결에 의한 조직내의 빙결정 생성으로 인한 근육조직의 손상은 결정적인 단점이 될 수 있다. 동결점 부근의 저장방법 중에서 빙온법은 동결에 의한 조직손상으로 인한 품질저하는 고려하지 않아도 좋지만 부분 동결대에서는 조직내의 수분의 일부가 빙결정으로 변하여 품질을 저하하게 된다.

특히 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 의 경우 육질이 동결과 해동을 반복하면서 조직의 손상을 받아 균형질 성분의 세포외 유출로 인한 식품의 상품가치가 떨어지는 원인이 될 수 있다.

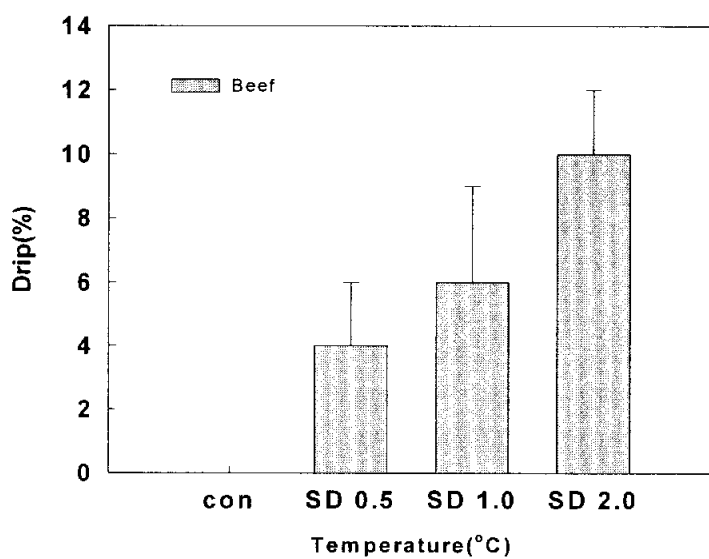


Fig. 8. The effect of various temperature deviation on drip of beef meat at storage -3°C.

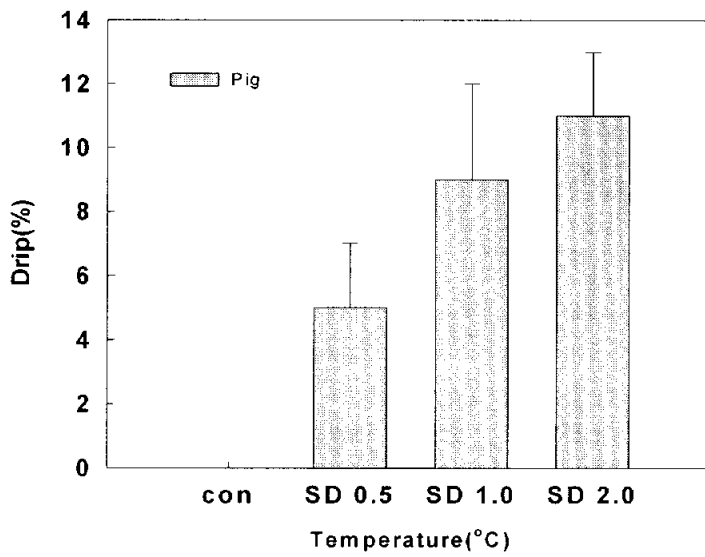


Fig. 9. The effect of various temperature deviation on drip of pig meat at -3°C .

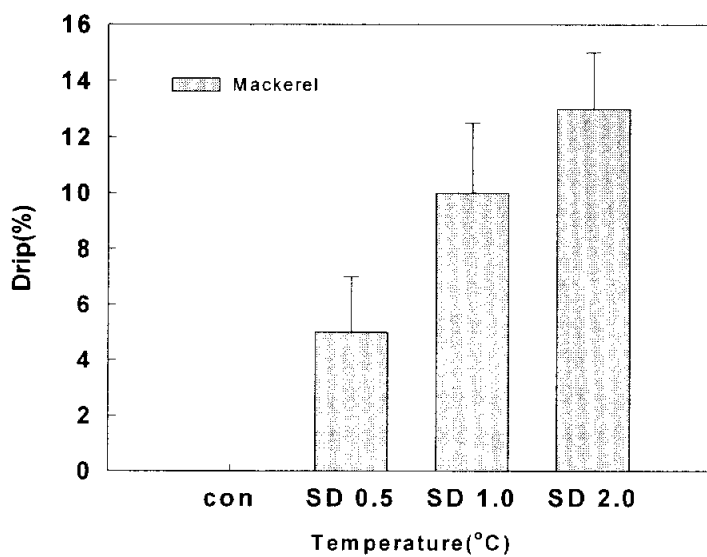


Fig. 10. The effect of various deviation on drip of mackerel meat at -3°C .

5. VBN 변화에 미치는 저장온도의 영향

소고기, 돼지고기, 고등어 모두 온도가 1℃라도 낮으면 VBN의 생성이 억제되었으며(Fig. 11, 12, 13), 20~25mg/100g을 식용한계로 보고 모든 시료와 실험구간에서 10일 정도의 저장 기간을 목표로 하였을 때, 일반적으로 극히 신선한 어육에서는 5~10mg/100g, 보통선도의 어육에서는 15~25mg/100g, 초기부패의 어육에서는 30~40mg/100g, 부패한 어육은 50mg/100g이상임을 고려 시 VBN의 함량에는 문제는 없는 것으로 판단되었다. 따라서 장기간의 저장이 아닌 단기간(0~10일) 저장은 -3℃에서의 저장이 충분히 상업적인 가능성이 있는 것으로 판단되었다. VBN은 암모니아를 주로 하여 TMA, DMA등으로 된 휘발성 염기를 측정 선도를 판정하는 일반적으로 사용되는 선도판정의 화학적 방법이다. VBN의 증가는 사후변화의 초기에는 주로 AMP의 탈아미노반응에 따른 암모니아의 생성에 의한 것이고, 이어서 TMAO의 분해에 의한 TMA나 DMA의 생성, 아미노산 등의 질소화합물의 분해에 의한 암모니아 및 각종 아민류의 생성 등이 원인이다.

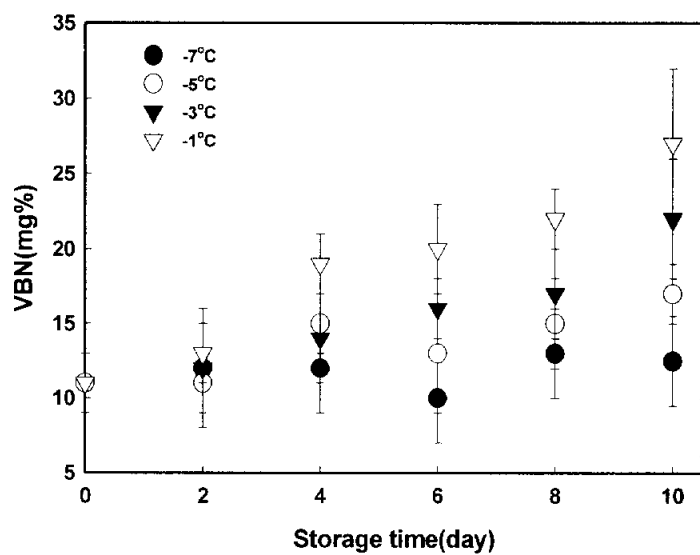


Fig. 11. Changes VBN of beef meat at various temperature.

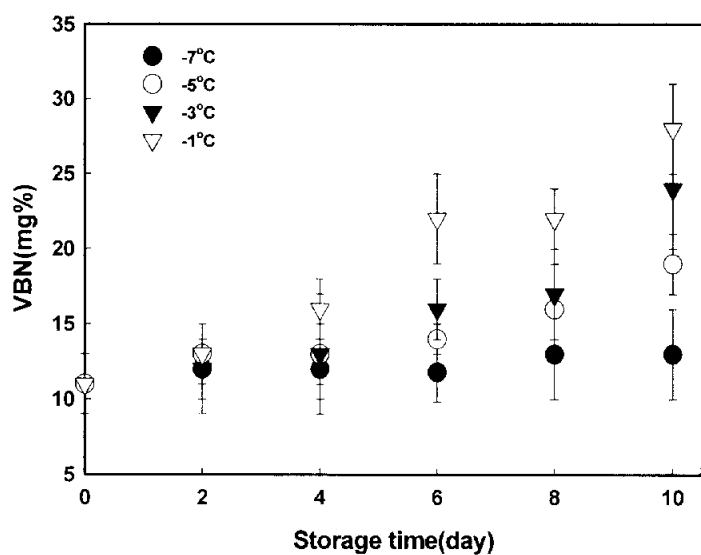


Fig. 12. Changes VBN of pig meat at various temperature.

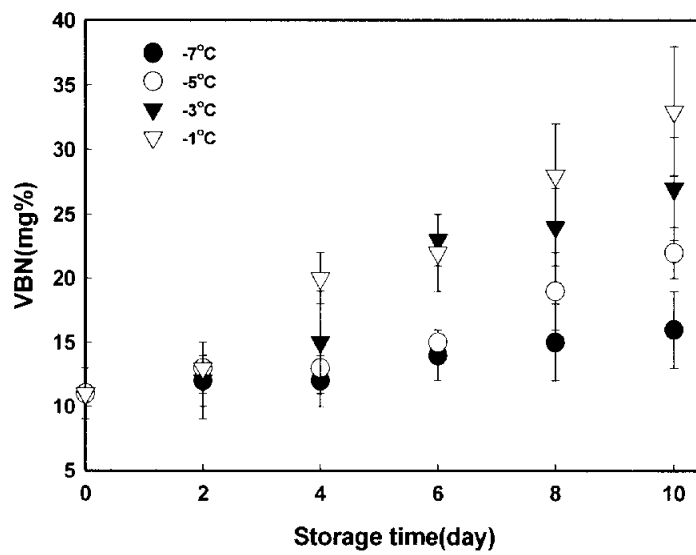


Fig. 13. Changes VBN of mackerel meat at various temperature.

6. 육질의 변화에 미치는 저장온도의 영향

부분동결 온도대에서 넙치를 round 형태로 보관하면서 저장 7일째에 육의 파괴강도를 측정(Fig. 14)하였으며, 육질의 단단함에는 결합조직인 콜라겐 함량에 의한 어종에 따른 고유의 단단함(background toughness)과 근육의 수축에 의한 단단함(actomyosin toughness)에 영향을 받으며, 각 온도에서 저장 7일째에 육의 파괴강도 변화는 -1, -5와 -7℃가 가장 낮았으며, -3℃가 가장 높은 값을 보였다. -5와 -7℃에서는 빙결정의 생성으로 인하여 조직이 파괴되면서 육질의 단단함이 저하된 것으로 판단되며, -1℃에서는 효소적·미생물적 요인으로 콜라겐의 단편화 등이 발생하여 육질의 단단함이 떨어진 것으로 판단된다. -3℃ 보관시료가 대조구에 비해서는 낮았으나 부분동결 온도대에서는 가장 높은 파괴강도 값을 보였으며 이는 저온에 의한 효소적·미생물적 요인이 억제되면서, 빙결정의 생성이 -5와 -7℃ 보다 상대적으로 억제되어 높은 파괴강도 값을 가지는 것으로 판단된다.

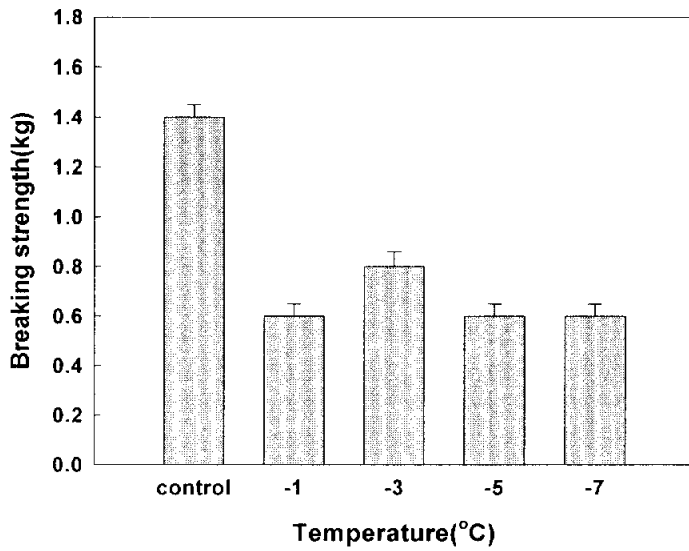


Fig. 14. Changes of breaking strength in olive flounder muscle at various temperature

7. 전분의 물성변화에 미치는 동결 및 저장온도의 영향

떡을 20℃와 -60℃에 보관하면서 stress와 strain 값을 비교한 결과 대조구와 비교하여 -20℃ 동결 및 저장시료는 파괴강도 값이 다소 증가한 반면 변형률이 감소하였고, -60℃ 보관시료는 강도가 다소 줄어든 반면 변형률은 거의 비슷한 수준이었다(Fig. 15, 16). 파괴강도와 변형률을 곱하여 젤리강도로 표현하였을 때 대조구 $\geq$ -60℃ $\geq$ -20℃의 순이었으나 관능적으로 유의적인 수준은 아니었다.

국수를 가지고 한 실험에서는 변형률은 비슷하였으나 60℃와 -20℃의 순으로 파괴강도의 값이 증가하여 젤리강도로 환산하였을 때 60℃ $\geq$ -20℃ $\geq$ 대조구의 순이었으나 관능적으로 차이를 인지할 정도는 아니었다.

갓 지은 밥을 대조구로 하여 상온보관, 보온밥솥보관, 20℃와 -60℃에서 동결 및 보관한 후에 점성과 탄성을 측정하였을 때, 대조구를 가장 선호하는 물성으로 판단시에 20℃와 -60℃가 상온보관 및 전기보온밥솥보다는 우수하였으나 -20℃와 -60℃사이의 차이는 거의 없었으며, 관능적으로도 상온보관 및 전기밥솥 보관과는 차이가 있었으나, 대조구, 20℃ 및 -60℃사이의 차이는 인지할 수 없었으며 따라서 전분식품을 보관하기 위한 급속동결 및 심온 온도대는 가정용냉장고의 기능으로는 적합하지 않았다(Fig. 17).

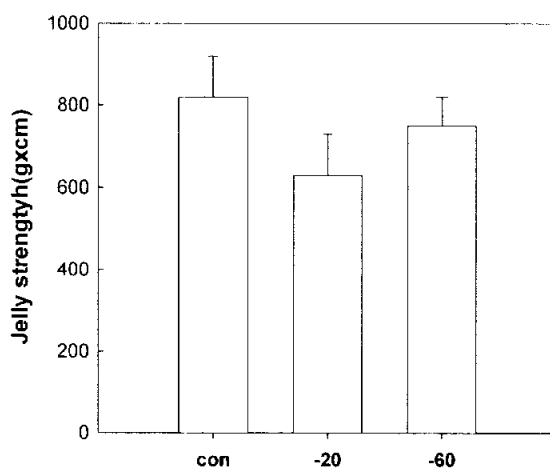
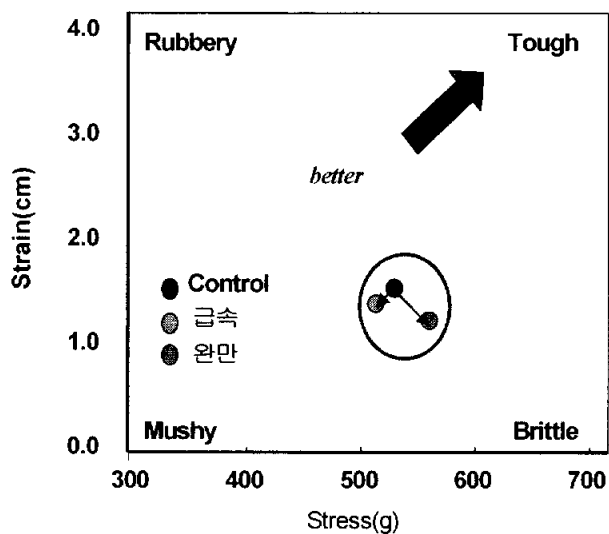


Fig. 15. The effect of temperature on properties of rice cake.

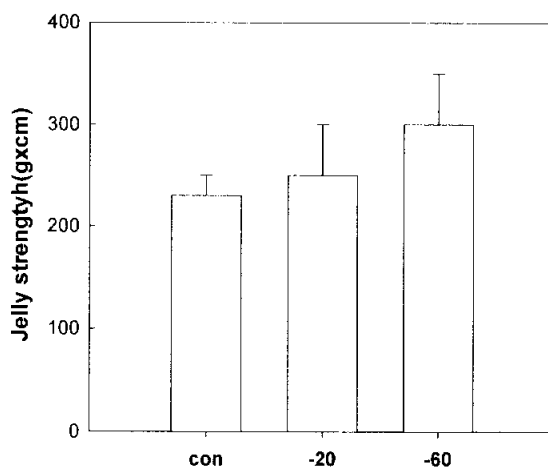
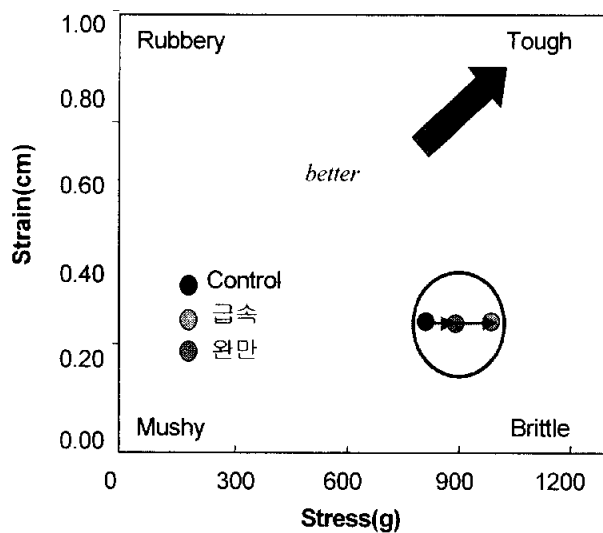


Fig. 16. The effect of temperature on properties of noodle.

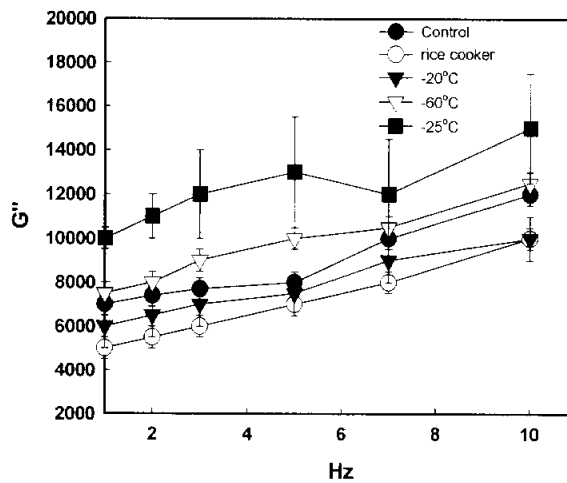
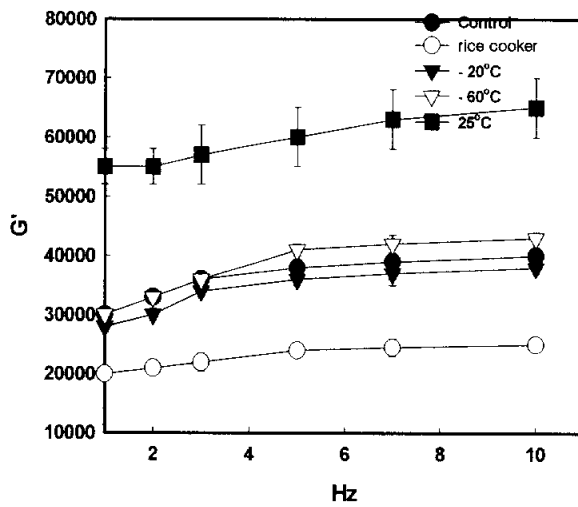


Fig. 17. Changes rheology property of boiled rice during storage at various temperature.

요 약

본 연구는 $1\sim-7^{\circ}\text{C}$ 사이의 부분동결 온도대에 축육 및 어육을 저장하면서 관능변화, 드립, 파괴강도, VBN 등을 측정하고, -20°C 와 -60°C 에서 전분식품을 동결 및 저장하면서 파괴강도, 변형값 및 점탄성 등의 물성값을 측정하여 가정용 냉장고의 냉장실에 보관하는 육류, 생선 등의 비생체 식품의 중·단기간 최적 저장온도 및 전분식품의 처리 및 저장온도를 구하여 가정용 냉장고에 산업적으로 적용하고자 하였다.

1. $1\sim-7^{\circ}\text{C}$ 사이의 부분동결 온도대를 이용한 육류 및 어류저장시에 10일 정도의 중·단기간에서 축육이나 어육을 저장시에는 동결실내온도가 -3°C (육의 중심온도가 -1.8°C)가 육의 동결을 막아 드립양이 적고, 육의 Met화가 억제되어 관능적으로 가장 우수하였다.
2. 축육 및 어육의 중·단기간(10일 전후)저장시 식품의 품질이 억제된 부분동결온도대인 3°C 에서 0.5, 1, 2°C 의 온도편차를 주었을 때 편차가 적을 수록 관능적, 물성적인 품질의 보존이 우수하였으나, 산업적인 냉장고 생산공정, 생산단가 및 전력효율을 고려시 1°C 의 편차가 가장 적절하다고 판단되었다.
3. -20°C 와 -60°C 에서 동결 및 보관한 전분식품(쌀떡, 국수, 밥)은 대조구와 유사한 점성과 탄성을 나타내었으며, 전분식품을 위한 급속동결 기능은 가정용 냉장고에 불필요한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구를 위하여 지도와 격려를 아끼지 않고 이끌어 주신 조영제 지도교수님께 먼저 깊은 감사를 드리며, 식품공학과 장동석 교수님, 이근태 교수님, 김선봉 교수님, 전병수 교수님, 이양봉 교수님, 안동현 교수님, (사) 한국생선회협회 김태진 연구소장님, 동의공업대학 식품생명공학부 허성호 교수님께 감사의 뜻을 포함합니다.

논문을 제출하기까지 배려를 아끼지 않은 아람마트 이명근 회장님, 서성덕 사장님 이하 임직원여러분들에게 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

그리고 논문이 나오기까지 궂은 일을 마다하지 않고 도와준 수산가공실험실의 조민성, 심길보, 이기봉, 정호진, 배진한, 여해경, 김지연, 김윤철, 오상민 등 후배님들과 여러 선배님들에게도 감사드립니다.

특히 오늘이 있기까지 말할 수 없는 희생으로 아낌없는 지원과 내조를 해주신 사랑하는 아내와 사랑하는 딸 영경, 진석께 이 작은 결실을 바치면서 항상 부지런히 그리고 열심히 살아갈 것을 감히 약속드리며, 자그마한 끝이 아니라 또 다른 시작으로 항상 최선을 다하는 자세로 부끄럽지 않은 삶을 위하여 노력할 것을 약속하오니 부디 지켜봐 주시기 바랍니다.

참 고 문 헌

- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi. 1991. Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1165-1169.
- Awad, A., W.D. Powrie and O. Fennema. 1968. Chemical deterioration of frozen bovine muscle at -4°C . *J. Food Sci.*, 33, 227-234.
- Awad, A., W.D. Powrie and O. Fennema. 1969. Deterioration of fresh water whitefish muscle during storage at 10°C . *J. Food Sci.*, 34, 1.
- Choi, S. G. and C. Rhee. 1995. Effects of Freezing Rate and Storage Temperature on the Degree of Retrogradation, Texture and Microstructure of Cooked Rice. *Korean J. Food sci. Technol.*, 27, 783~788.
- Cho, Y.J., Y.J., Chio and G.W. Lee. 1994. Changes of Protein and Lipid of Fish Muscle during Frozen Storage. *J. Refrigeration & Air Conditioning Engineering*, 13, 21~38.
- Claus, J. R., D. H. Kropt, M. C. Hunt, L. C. Kaster and M. C. Dikman. 1984. Effects of beef carcass electrical stimulation and hot bonning on muscle display color of polyvinylchloride

- packaged steaks. J. Food Sci., 49, 1021.
- Hood, D. E. 1980. Factors affection the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef. Meat Sci., 4, 247.
- Hwang, C. S. . Studies on the Freezing Meat. Korean J. Ani. Sci., 11, 332~336.
- Hwang, C. S. . Studies on the Loss in Meat Weight. Korean J. Ani. Sci., 10, 109-113.
- Jin, S. K., I.S. Kim and S.J. Hun. Changes in Microbe, pH, VBN of Exportation by-products of Pork and Establishment of Shelf life During Storage at 4°C. Kor. J. Inti. Agri., 14, 58-64.
- Kim, Y.H. 1987. Freezing and Defrosting in the Food Refrigeration. J. Refrigeration & Air Conditioning Engineering, 16, 34-39.
- Kiyonari, K. and U. Hitoshi. 1983. Partial freezing as a New Method for Long Period Preservation of "Shirasuboshi", Cooked and Semi-dried Juvenile Fish of Japanese Anchovy. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 111, 4353 .
- Kong, J.Y., M.Y. Kim and J.W. Cheong. 1988. Measurement of Thermophysical Properties of Various Starches in the Freezing Processes. Korean J. Food sci. Technol., 20, 820-826.

- Ledward, D. A. and J. J. Macfarlane. 1971. Some observation on myoglobin and lipid oxidation in frozen beef. J. Food Sci., 26. 987.
- Park, S.W., T.S. Kang, B.Y. Min, K. B. Suh and R. Yang. 1980. Physicochemical Changes of Pork During its Frozen Storage. Korean J. Food sci. Technol., 12, 34-40.
- Son, M. S. and Y. S. Chae. 1985. The Effects of pH and Frozen Stored Temperature on the Drip POV and Ice Morphology of Bovin Muscle. Korean J. Anim. Sci., 27, 540-546.
- 日本厚生省編. 1960. 食品衛生検査指針-I. 揮發性鹽基窒素. 日本衛生協會. 東京. 30-32
- 田中武夫. 1979. 정어리肉의 死 후에 있어서의 保水性和 凍結象의 變化. 水産加工廢棄物 등 利用技術開發 研究成果의 概要. 44.
- 이기봉. 2003. 생선회의 육질향상을 위한 저온 브라인 최적처리조건 설정. 부경대학교 공학석사학위논문.
- 조영제, 최영준, 이근우. 1994. 동결 저장 중에 어육중의 단백질 및 지질의 변화. 냉동·공조공학, 13, 305-322.
- 김정옥. 1979. 농수산물 동결냉장중 품질변화에 관한 연구. 냉동·공조공학, 8, 43-58.
- 박희열, 조영제, 오광수, 구재근, 이남걸. 2000. 응용수산가공학. (주)수협문화사.