

## 동결저장온도가 냉동만두의 저장성에 미치는 영향

정진웅 · 조진호 · 김영동 · 권동진 · 김영수  
한국식품개발연구원

### Effect of Freeze Storage Temperature on the Storage Stability of Frozen *Mandu*

Jin-Woong Jeong, Jin-Ho Jo, Young-Dong Kim, Dong-Jin Kwon and Young-Soo Kim  
Korea Food Research Institute

#### Abstract

Frozen *mandu*, which is one of the main frozen prepared foods, purchased from a local manufacturer, were stored at five constant temperatures (0, -5, -10, -20°C and -30°C) for six months. Effects of the storage temperature and the storage period on the changes in pH, acid value, peroxide value, volatile basic nitrogen, color, sensory score and microbial counts of frozen *mandu* were studied. The changes in microbiological and physicochemical characteristics were significantly increased in comparison with the initial value after 1 month at 0°C, after 3 months at -5°C and after 5 months at -10°C, but nearly constant in spite of storage periods when the temperature dropped below -10°C. Out of five chemical components, AV and POV were the most reliable components in the quality judgement of frozen *mandu* and its upper limiting content were 2.56 and 19.35 meq/kg each. Regression equation for shelf life prediction of frozen *mandu* with sensory scores and POV was determined.

Key words: frozen *mandu*, microbiological and physico-chemical characteristics, sensory score, shelf life prediction

#### 서 론

냉동식품은 제품 특성상 생산에서 소비에 이르기까지 Cold chain system으로 이루어져야 하므로 지금까지는 선진국에 국한되어온 제품이었으나, 최근에 들어 국내에서도 각 가정에 냉장고가 보급되면서 냉동식품의 보급이 급증하여 연간 1,000억원 이상의 시장규모로, 성장가능성이 높은 업종으로 관심이 집중되고 있다.

한편 냉동식품의 품질에 미치는 보존온도와 시간과의 영향에 대해서는 이미 미국 농무성에서 10년간에 걸쳐 행한 실험에 의해 밝혀져 있다. 즉, 냉동식품의 보존온도와 품질보존가능기간 사이에는 일정한 관계인 TTT (Time-Temperature Tolerance) 이론이 성립되고 있다. 그러나 이 보고서에서는 주로 농축수산물 등 구미 각국의 냉동식품이 주류를 이루고 있으며 조리냉동식품과 같은 소재성 식품을 대상으로 실험한 자료는 거의 없는 실정이다<sup>1,2)</sup>.

따라서 본 실험에서는 국내 생산 조리냉동식품중 50% 이상을 차지하고 있는 냉동만두를 대상으로 보존온도와 기간의 변화를 따른 품질변화를 실험한 바, 냉동만두의

효율적인 저장유통에 관한 기초자료로 활용되리라 생각한다.

#### 재료 및 방법

##### 시료

본 실험에 사용한 시료는 현지 생산공장에서 직접 가공한 후 트레이에 넣어 고내온도 -25±1°C의 냉동고에서 동결한 냉동만두를 사용하였으며, 이 때 사용한 원재료의 구성비는 Table 1과 같다. 그리고 ON(15 µm)/PE(55 µm)의 포장재에 30개(405g)씩 합기포장하여 저장시험에 사용하였다.

##### 저장조건

저장시험용 냉동만두의 저장온도구는 0, -5, -10, -20°C 및 -30°C로 구분하여 30봉지씩 저장하면서 품질변화를 6개월간 조사하였다.

##### 이화학적 성분분석

각 저장온도별 시료를 폴리에틸렌 포장지로 2중 포장하여 실온에 방치한 후, 품온이 0°C 정도로 될 때까지 해동(40~60분)시켜 마쇄한 다음 일반성분은 A.O.A.C. 법<sup>3)</sup>으로, pH는 pH meter(Corning pH/ion meter 150, England), 휘발성염기질소(VBN)는 Conway unit를 이

Corresponding author: Jin-Woong Jeong, Korea Food Research Institute, 148-1 Dangsus-ri, Banwol-myun, Hwaseong-gun, Kyonggi-do 445-820, Korea

**Table 1. The processing recipe of frozen mandu**

Wheat flour (%)	32.38
Soy protein (%)	5.17
Lard (%)	9.44
Green onion (%)	5.39
Onion (%)	5.39
Pork (%)	6.95
Cabbage (%)	10.34
Chinese radish (%)	7.40
Konjak (%)	4.95
Leek (%)	4.05
Mushroom (%)	1.80
Sesame (%)	0.10
Miscellaneous (%)	6.64

용한 미량확산법<sup>(4)</sup>, 과산화물값(POV) 및 산값(AV)은 Lea 개량법<sup>(5)</sup>으로 측정하였다. 생균수는 Thatcher 등<sup>(6)</sup>의 방법에 따라 plate count agar를 이용하여  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , 48시간 배양 후 생성된 집락을 조사하였으며, 대장균군은 식품위생법<sup>(7)</sup>의 방법에 따라 측정하였다. 그리고 색깔 변화는 색차계(color and color difference meter, Yasuda Seiki Sei-Sakusho Co., UC 600IV, Japan)를 사용하여 L, a 및 b값으로 표시하였다.

#### 기호도 조사

찜통에 적당량의 물을 붓고 열을 가한 다음 불이 끓으면 만두를 찜판에 배열한 후 8~10분간 썬서 panel number 15명으로 하여금 차이식별 검사법에 의해 평가하였다<sup>(8,9)</sup>. 그리고 관능검사에 의한 저장한계점은 종합적 기호도 및 이화학적 성분변화의 경향을 기준으로 한 4.0점을 상용저장수명(PSL)으로 고려하여 저장한계점을 잡았다.

### 결과 및 고찰

#### 시료의 일반성분

본 실험에 사용한 냉동만두의 일반성분은 Table 2에 나타낸 바와 같으며, 시료의 신선도는 VBN 함량이 5.80 mg%인 것으로 보아 양호한 상태임을 알 수 있었다.

#### 동결실험

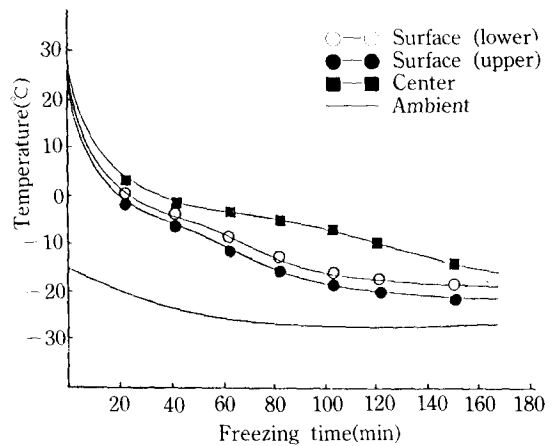
시료는 날개씩 트레이에 넣어 개체동결한 것으로 온도변화 추이는 Fig. 1과 같다. 품온강하는 개체동결하므로써 최대빙결정생성대의 통과시간이 부위별로 다소 차이는 있으나 비교적 빠르게 나타났으며, 표면 상하부의 온도차는 약  $1^\circ\text{C}$  정도로 이는 냉동고내의 풍향과 관련이 있는 것으로 생각된다.

#### 저장온도별 저장기간에 따른 이화학적 품질변화

냉동만두의 저장온도별 저장기간에 따른 pH변화는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다. 즉 냉동만두의 저장초기 pH는

**Table 2. Chemical composition of frozen mandu**

Moisture (%)	59.8
Crude protein (%)	10.2
Crude fat (%)	7.2
Crude ash (%)	1.3
Carbohydrate (%)	21.5
Salinity (%)	1.1
Volatile basic nitrogen (mg%)	5.80
Peroxide value (meq/kg)	5.80
Acid value	0.98
pH	6.08

**Fig. 1. Freezing curve of mandu by air blast freezing method**

6.08이었으나, 저장 6개월 후에는  $-5$ ,  $-10$ ,  $-20^\circ\text{C}$  및  $-30^\circ\text{C}$  저장구에서 각각 7.21, 6.30, 6.28 및 6.21로서  $-10^\circ\text{C}$  이하에 저장한 경우에는 저장온도에 따라 다소의 차이는 있으나 그 변화폭은 매우 낮게 나타났으며,  $0^\circ\text{C}$ 에서는 저장 직후부터 비교적 높게 상승하다가 pH 7.21에서 급격히 떨어지는 경향을 볼 수 있었다. 이와같이 냉동만두의 저장중 pH는 저장온도가 낮을수록 안정적이며, 저장온도가 높을수록 급격히 변화함을 알 수 있었다. 그리고 저장온도별 저장기간에 따른 산값의 변화는 Fig. 3과 같이 저장초기 0.98에서 저장 6개월 후에  $-10^\circ\text{C}$ 에서 2.86,  $-20^\circ\text{C}$ 에서 1.98,  $-30^\circ\text{C}$ 에서 1.46으로 저장온도별로 다소의 차이는 있으나, 저장기간 경과에 따라 약간 증가하는 경향이 지속적으로 나타났다. 그러나  $0^\circ\text{C}$ 에서는 저장 직후부터 급격히 증가하여 1개월째 3.13,  $-5^\circ\text{C}$ 에서는 저장 2개월까지는 증가속도가 느리나 그 이후부터 급격함을 볼 수 있다.

한편, 냉동만두의 지질 산패에 미치는 저장온도의 영향을 알아보기 위하여 각 저장구별 과산화물값의 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 즉 초기 과산화물값은 5.20 meq/kg이었고, 저장 6개월 후  $-5$ ,  $-10$ ,  $-20^\circ\text{C}$  및  $-30^\circ\text{C}$ 에서 각각 28.4, 22.6, 14.6 및 9.0으로 나타난 바, 산값의

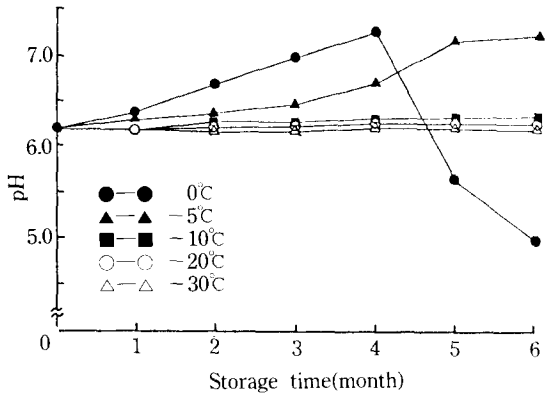


Fig. 2. Change in pH of frozen *mandu* under various storage conditions

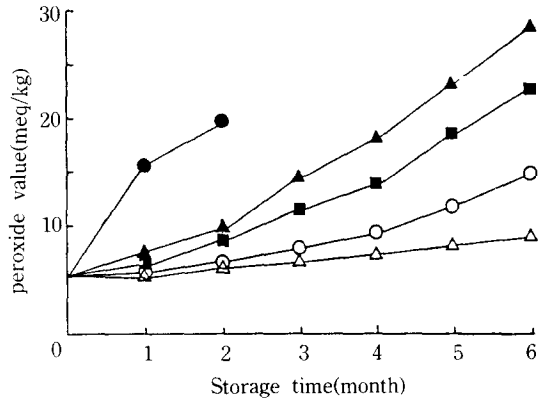


Fig. 4. Change in peroxide value of frozen *mandu* under various storage conditions (legend as in Fig. 2)

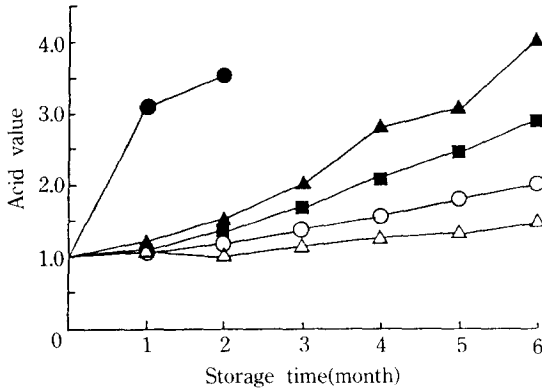


Fig. 3. Change in acid value of frozen *mandu* under various storage conditions (legend as in Fig. 2)

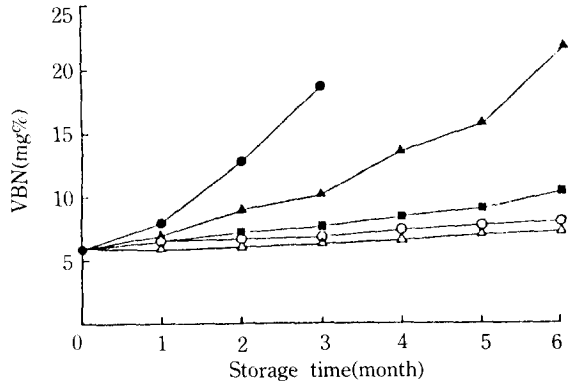


Fig. 5. Change in VBN of frozen *mandu* under various storage conditions (legend as in Fig. 2)

변화와 마찬가지로 온도가 낮을수록 안정적인 반면에 -10°C 이상에서는 급격히 증가하는 경향이였다.

저장중 신선도를 판단하기 위한 지표로서 각 시료의 VBN을 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 즉 초기값 5.80 mg%에서 저장 6개월 후에도 -10°C 이하에서는 10.3 mg% 이하로 신선도는 매우 양호한 편이었으나, -5°C 이상에서는 저장 직후부터 저장기간의 경과에 따라 급격히 증가하는 경향을 보여주었다. 또한 저장온도별 색깔의 변화를 알아보기 위하여 색차계로 측정된 값을 Table 3에 나타내었다. 즉 색깔의 전반적인 변화양상은 저장기간이 길어짐에 따라서 L값은 거의 변화가 없었으며, a값 및 b값은 저장온도 -10°C 이하에서는 변화속도가 매우 느리나, -5°C 및 0°C에서는 변화가 빠른 증가 경향으로 나타나서 전체적인 색깔이 옅은 누른빛으로 변하였다. 이와같은 결과로 미루어 볼때, 냉동만두의 색깔은 원재료에 따라 다소의 차이는 있으나 저온일수록 색깔변화가 완만하게 진행되는 경향임을 알 수 있었다.

미생물학적 품질변화

냉동만두의 저장중 생균수의 변화를 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 저장초기의 생균수는  $3.0 \times 10^4$ 이었으나 저장 온도 -5°C에서 저장 2개월째 약간 증가 경향을 보이다가 그 이후부터는 거의 변화가 없었다. 그리고 대장균은 0°C에서 저장 20일 이후부터, -5°C에서는 저장 3개월 이후부터 양성으로 나타났는 바 이러한 결과는 Simmonds와 Lamprecht<sup>(10)</sup>가 -7°C의 온도에서 박테리아의 성장은 완만히 진행되나 지방산화 및 단백질 변성 등의 화학적 반응에 의해 품질손실이 더 큰 것으로 보고한 내용과 일치하였다.

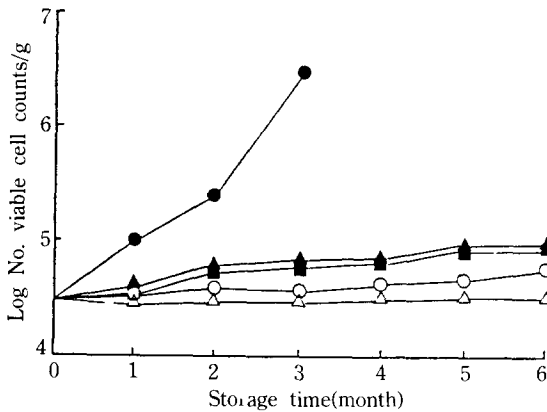
관능검사

15인의 panel에 의하여 평가된 관능검사의 결과는 Table 4와 같으며, 저장온도별 저장기간별로 유의성 검정을 한 결과 1% 수준에서 각각 유의성이 인정되어 Duncan의 최소유의검정을 실시하였다. 그 결과 저장온도의 경우는 0°C와 -5, -10°C 그리고 -20, -30°C로 각각

**Table 3. L, a and b values of frozen *mandu* under various storage conditions**

Color value	Storage temperature(°C)	Storage time (month)								
		0	1/3	2/3	1	2	3	4	5	6
L	0	54.0	55.4	55.1	56.8	56.4	-	-	-	-
	-5	54.0	-	-	56.5	58.2	58.9	58.4	57.4	57.7
	-10	54.0	-	-	55.2	50.2	54.0	51.4	55.1	56.4
	-20	54.0	-	-	56.9	54.3	53.1	54.6	55.5	55.7
	-30	54.0	-	-	55.8	54.1	53.9	54.2	54.9	54.6
a	0	-.705	-.583	.599	1.74	1.89	-	-	-	-
	-5	-.705	-	-	.217	.441	.492	.517	.616	.768
	-10	-.705	-	-	-.129	.542	1.35	1.27	1.05	.967
	-20	-.705	-	-	-.519	-.721	-.848	-.677	-1.79	3.27
	-30	-.705	-	-	-.601	-.695	-.735	-.915	-.894	.382
b	0	13.1	12.1	14.7	17.2	19.6	-	-	-	-
	-5	13.1	-	-	13.7	12.0	11.5	13.7	18.6	19.5
	-10	13.1	-	-	12.5	12.3	12.0	16.4	14.8	16.1
	-20	13.1	-	-	14.0	13.3	10.7	13.6	14.0	14.3
	-30	13.1	-	-	13.9	12.8	10.9	14.1	13.5	11.9

- : not determined



**Fig. 6. Change in viable cell counts of frozen *mandu* under various storage conditions (legend as in Fig. 2)**

**Table 4. Changes of sensory scores of frozen *mandu* under various storage conditions<sup>d</sup>**

Storage temperature (°C)	Storage time (months)						
	0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>b</sup>	4 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>
0 <sup>A</sup>	7.0	4.5	3.8	3.0	2.5	2.0	1.0
-5 <sup>B</sup>	7.0	6.1	5.4	4.3	3.8	3.6	3.5
-10 <sup>B</sup>	7.0	7.0	6.3	5.4	4.9	4.2	3.7
-20 <sup>C</sup>	7.0	7.0	7.0	6.9	6.7	6.5	6.2
-30 <sup>C</sup>	7.0	7.0	7.0	6.9	6.8	6.7	6.5

<sup>a,b</sup>n=15, significant difference number at 1% level: 3.67  
<sup>A,B,C</sup>n=15, significant difference number at 1% level: 4.22

<sup>D</sup>Scoring systems for sensory score are based on seven point scale.

7: like extremely, 6: like moderately, 5: like slightly, 4: neither like nor dislike, 3: dislike slightly, 2: dislike moderately, 1: dislike extremely

**Table 5. Correlationship of sensory evaluation with variables of frozen *mandu***

Measurement	Regression equation	Correlation coefficient
pH	Y = -0.169X + 7.302	0.5892
AV	Y = -0.498X + 4.556	0.9456
POV(meq/kg)	Y = -4.494X + 37.325	0.9464
VBN(mg%)	Y = -2.278X + 21.696	0.7079
Log No. viable cell counts/g	Y = -0.133X + 5.432	0.9211

Y: Variable, X: Sensory evaluation

**Table 6. Regression equation for shelf life prediction of frozen *mandu* stored at various conditions**

Storage temp. (°C)	Regression equation	Correlation coefficient
0	T = 0.062X - 0.248	0.9606
-5	T = 0.249X - 0.771	0.9773
-10	T = 0.329X - 1.063	0.9629
-20	T = 0.606X - 2.267	0.9226
-30	T = 1.556X - 7.828	0.9894

T: Storage time(month), X: POV contents

유의적인 준으로 검정되었으며, 저장기간의 경우는 저장 3개월 이후부터 유의적인 준으로 검정되었다. 따라서 저장온도가 높을수록 저장기간이 길어짐에 따라 관능적 기호도는 급격히 감소하므로 0°C에서는 약 2개월 이후부터, -5°C에서는 약 4개월 이후 그리고 -10°C에서는 저장 약 6개월부터 상품한계치인 4점 이하로 나타난 반면에 -20°C 이하에서는 저장 6개월까지 거의 변화가 없는 것으로 나타나 -20°C 이하의 저장구에서는 6개월

이상 저장이 가능한 것으로 예측할 수 있었다.

#### 저장중 간이품질평가법 설정

냉동만두의 기호도를 평가할 수 있는 객관적인 수치적 방법으로 만들기 위하여 저장온도별 기호도와 pH, AV, POV, VBN 및 생균수 변화와의 상관계수 및 회귀방정식을 Table 5에 도시하였다. 즉 냉동만두의 기호도와 pH, VBN값의 상관계수는 0.5892 및 0.7079로서 매우 낮게 나타났으나 AV, POV 및 생균수와의 상관계수는 각각 0.9456, 0.9464 및 0.9211로서 매우 높은 역상관관계를 보였다. 그러나 생균수는 단시간에 측정할 수 없는 단점이 있기 때문에 냉동만두의 품질유효지표성분은 POV 및 AV가 적당하다고 생각된다. 또한 냉동만두의 관능적 품질하한선을 4.0점으로 하여 회귀방정식에 대입하였을 때 POV 함량의 상한선은 19.35 meq/kg이었다.

#### 냉동만두의 유통기간 설정

저장온도별 냉동만두의 유통기간을 설정하기 위하여 저장기간의 변화에 따른 객관적인 품위지표성분인 POV의 변화를 통계처리하여 Table 6과 같은 결과를 얻었다. 즉 저장중 저장기간과 POV 함량과의 상관계수는 각 저장온도에 따라 0.9226~0.9894로서 높은 상관관계를 나타내었다. 또한 종합적 기호도의 한계치를 4.0점으로 판단하였을 때, 종합적 기호도에 의한 실용저장기간(PSL)을 0°C에서는 약 1.3개월, -5°C에서 3.5개월 및 -10°C에서 5.2개월로 보면 종합적 기호도의  $Q_{10}$ 은 4.0으로서 -15, -18°C 및 -20°C에서의 실용저장기간은 10.4개월, 15.7개월 및 20.8개월로 각각 예측할 수 있다.

## 요 약

냉동만두의 동결저장온도가 저장성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 0, -5, -10, -20°C 및 -30°C에서 6

개월간 저장하면서 주요 품질지표성분의 변화를 조사하였다. 저장온도별 저장기간에 따른 관능검사, 이화학적 및 미생물학적 품질변화는 0°C에서는 1개월 이후부터, -5°C에서는 3개월 이후 그리고 -10°C에서는 5개월 이후부터 비교적 빠르게 진행되는 것으로 나타났으나, -20°C 이하에서는 저장 6개월까지 저장초기의 상태와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 품질평가방법을 도출한 결과, 냉동만두의 품질유효지표성분은 POV 및 AV로서 그 함량의 상한선은 각각 19.35 meq/kg 및 2.56이었으며, 이와 관련하여 냉동만두의 저장온도별 유통기간도 설정하였다.

## 문 헌

1. 小嶋秩夫: 凍結魚の品質におよぼす貯藏溫度變動の影響に關する研究. 冷凍, 58(663), 23(1983)
2. 小嶋秩夫, 大高建夫: 凍結するめいかの品質におよぼす保存溫度の影響. 日本冷凍協會論文集, 3(3), 23(1986)
3. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p.876(1980)
4. 日本厚生省: 食品衛生検査指針 1. 日本厚生省, p.12(1960)
5. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之: 食品分析ハンドブック(第2版). 建邦社, p.152(1973)
6. Thatcher, F.S. and Clark, D.S.: *Microorganisms in Foods*. University of Toronto Press, p.59(1975)
7. 保健社會部: 食品公典. p.364(1990)
8. 이철호, 채수규, 이진근: 식품공업품질관리론. 유림출판사, p.130(1989)
9. 김광옥, 이영춘: 식품의 관능검사. 학연사, p.166(1989)
10. Simmonds, C.K. and Lamprecht, E.C.: *Microbiology of Frozen Foods*. In *Microbiology of Frozen Fish and Related Products*. Robinson, R.K.(Ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, New York, p.169(1985)

(1991년 2월 25일 접수)