

빵가루 입힌 냉동새우의 동결저장중 온도변동에 의한 품질변화

정진웅 · 조진호 · 임상동 · 강통삼

한국식품개발연구원

Change in Quality of Frozen Breaded Raw Shrimp by Storage Temperature Fluctuation

Jin-Woong Jeong, Jin-Ho Jo, Sang-Dong Lim and Tong-Sam Kang

Korea Food Research Institute

Abstract

Effect of storage temperature fluctuation on quality of frozen breaded raw shrimp was studied. Storage experiments were undertaken as follows; First, after storage at -20°C for 20 days or 40 days, storage temperature of materials were raised to -15°C or -5°C , and then stored at these temperatures. And second, by repeating for 5, 10 and 15 times by 3 conditions ($-20^{\circ}\text{C} \rightarrow -15^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C}$, $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow -10^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C}$, $-20^{\circ}\text{C} \rightarrow -5^{\circ}\text{C} \rightarrow -20^{\circ}\text{C}$) with temperature fluctuation during storage. Quality changes were measured by determining extractability of salt-soluble protein, volatile basic nitrogen, thiobarbituric acid, pH and microbiological changes at regular intervals. Rise in storage temperature from -20°C to -15°C had not caused significant change on it's quality, but rise up to -5°C caused some change in quality without relationship with storage period before temperature rise. Fluctuation of storage temperature from -20°C to -15°C of frozen breaded raw shrimp did not cause noticeable changes on it's quality. But temperature fluctuation from -20°C to -10°C or -5°C caused remarkable changes of it's quality, according to the increase of fluctuation times and temperatures.

Key words: frozen breaded raw shrimp, temperature fluctuation, quality changes

서 론

일반적으로 동결식품에 대한 품질은 T.T.T(Time-Temperature Tolerance, 시간-온도 품질내성)의 관계가 있다. 즉 동결식품을 여러 온도에 저장한 경우, 저장온도와 각 온도에서의 품질유지기간으로 산출된 1일 품질저하율로서 저장가능기간을 알 수 있으며, 또한 저장온도가 변동한 경우의 품질은 각각의 저장온도에 대한 품질저하량(1일 품질저하율 \times 저장일수)의 산술적인 곱으로 나타낸다⁽¹⁻³⁾. 그러나 저장온도의 변동이 1일 이내의 단시간인 경우에는 T.T.T 곡선으로는 그 영향을 전혀 인식할 수 없는 경우가 있다. 예를들면, 냉동창고에서의 반출이나 배송시, 그리고 냉동 쇼케이스의 제상에 일시적으로 상온하에 방치하므로써 품온상승이 일어날 수 있다.

이러한 관점에서 일시적인 저장온도의 변동이 품질저하를 초래하고 있음에도 불구하고 여기에 관한 연구보고는 거의 없는 실정이며, 종래에는 일반적으로 포장조건이나 저장온도 및 기간에 따른 냉동식품의 품질변화를 보고한 예가 있는 것에 불과한 실정이다^(1,2).

따라서 본 연구에서는 최근에 소비자가 즐겨 먹는 조리냉동식품중 빵가루 입힌 냉동새우를 사용하여 동결저장 중에 품온이 상승한 경우와 저장온도의 상하변동을 단시간에 되풀이 하므로써 변동온도 폭과 변동횟수에 따른 품질변화에 대하여 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용한 시료는 선도가 양호한 꽃새우(Southern rough shrimp, *Trachypenaeus curvirostris*)와 진흙새우(*Kuro shrimp, Argis lar*)를 가지고 현지 생산공장에서 직접 가공처리하여 급속동결시킨 것으로 이때 사용된 주요원료의 배합비는 Table 1과 같다.

시료의 동결 및 저장

저장용 시료인 빵가루 입힌 새우는 급속동결시켜 품온이 -20°C 가 될 때까지 동결하였다. 동결방법은 접촉식동결법을 이용하였으며 동결 후 시료는 20매씩 트레이에 담아 -20°C 의 냉동 쇼-케이스에 저장하였다.

동결저장온도의 상승

온도처리는 Table 2와 같이 -20°C 에 저장한 시료를

Table 1. The processing recipe of frozen breaded raw shrimp

Processing recipe	%
Shrimp	60.35
Wheat flour	6.02
Baking powder	0.16
Salt	0.10
Monosodium glutamate	0.09
Soybean oil	0.35
Pepper	0.06
Bread crumb	29.71
Water	3.16

Table 2. Condition of temperature treatment

Sample code	Temperature treatment
A	Stored at -20°C
B	Stored at -15°C after 20 days at -20°C
C	Stored at -5°C after 20 days at -20°C
D	Stored at -15°C after 40 days at -20°C
E	Stored at -5°C after 40 days at -20°C

20일, 그리고 40일 경과 후 각각 -15°C의 냉동 쇼-케이스로 옮긴 다음, 저장온도에 따라 20, 40, 60, 80, 100일 동안 저장하였다.

동결저장온도의 상하변동

온도의 상하변동은 동결 후 -20°C에 저장된 시료를 0°C의 냉장 쇼-케이스로 옮겨, 품온을 -15(a), -10(b) 및 -5°C(c)로 상승시킨 후 즉시 -20°C로 다시 옮겨 품온을 -20°C로 내렸다. 이를 되풀이 하여 온도 상하변동의 횟수를 각각 5회, 10회 및 15회 실시하였다. 이때의 품온 변동곡선은 Fig. 1과 같으며, 품온의 상하변동은 1일 1회씩 행하였다.

이화학적 성분분석

저장일수 및 일정횟수로 온도를 변동시킨 3트레이의 시료를 폴리에틸렌 포장지로 각각 2중 포장하여 실온에 방치한 후, 품온이 0°C 정도로 될 때까지 해동(40~60분)시켜 빵가루를 털어 내고 마쇄시킨 육을 채취하여 일반성분은 A.O.A.C.법⁽⁴⁾으로, pH는 pH meter(Corning pH/ion meter 150, England), 휘발성염기질소(VBN)는 Conway unit를 이용한 미량화산법⁽⁵⁾, thiobarbituric acid (TBA)는 Tarladgis 등의 방법⁽⁶⁾으로 각각 2회 반복 측정하였다.

염용성 단백질의 용출량

냉각시킨 5% NaCl 용액에 0.02 N NaHCO₃ 용액을 가하여, HCl 용액으로 pH 7.2~7.3 정도 조절한 액을 마쇄한 시료 10g에 20배 정도 첨가한 다음, blender에서 1분간 추출하여 원심분리(0°C, 6,000 rpm, 20분간)시킨

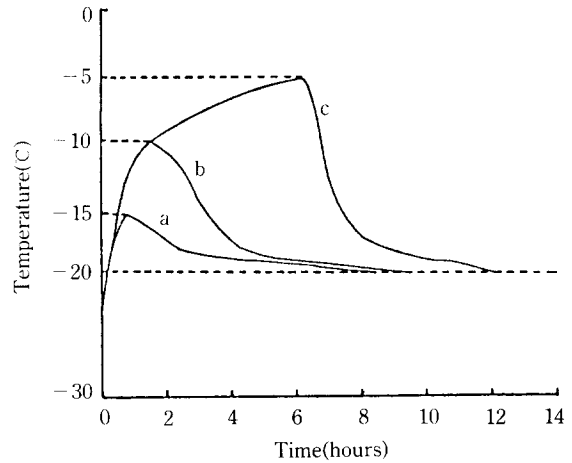


Fig. 1. Time-temperature curve of single temperature fluctuation of frozen breaded raw shrimp

상징액을 염용성 단백질구로 하였다. 이를 micro Kjeldahl법으로 염용성 단백질을 정량하여 총질소량에 대한 백분율로서 용출량을 산출하였다.

미생물 실험

시료 20g을 멸균칼로 얇게 썰은 다음 멸균 blender 컵에 넣어 칭량한 후, 멸균펄톤 용액(0.1% w/v) 180 ml를 가하여 5,000 rpm으로 5분간 균질화시킨 것을 시료로 사용하였다.

시료의 총균수는 FDA-BAM method⁽⁷⁾에 의해 plate count agar 평판에 희석시료를 접종한 후 35°C에서 48 시간 배양하여 산정하였다. 대장균수는 FDA-BAM method에 의해 10배수씩 희석한 시료를 3분의 발효관에 접종시켜 44.4±0.2°C에서 24시간 배양한 다음 가스가 발생된 발효관을 EMB 평판배지에 희선 분리하여 얻어진 집락을 취하여 Gram 염색과 IMViC test로서 대장균임을 확인하고 그 수는 MPN 법으로 산정하였다.

결과 및 고찰

공시재료의 일반성상

본 시료에 사용한 빵가루 입힌 냉동새우의 크기 및 일반조성은 Table 3에 나타낸 바와 같으며, VBN 함량이 14.8 mg%인 것으로 보아 선도는 대체로 양호한 상태임을 나타내고 있었다.

동결저장온도의 상승이 품질에 미치는 영향

빵가루 입힌 냉동새우의 신선도를 알아보기 위한 지표로서 각 시료의 VBN을 분석한 결과, 그 변화추이를 Fig. 2에 나타내었다. 저장기간에 따른 VBN의 변화를 살펴보면 -20°C에서는 100일간 저장하여도 20 mg% 이하로서 거의 변화가 일어나지 않음을 볼 수 있었다. 그

Table 3. Size and chemical composition of frozen breaded raw shrimp

Body length (mm)	Range	83~138	Crude protein (%)	23.7
	Average	113	Crude fat (%)	2.5
Body weight (g)	Range	3.8~5.5	Crude ash (%)	4.6
	Average	4.2	Salinity (%)	2.7
			Volatile basic nitrogen (%)	14.8
			Salt-soluble protein (%)	65.9
			Thiobarbituric acid (%)	0.08
			pH	7.23

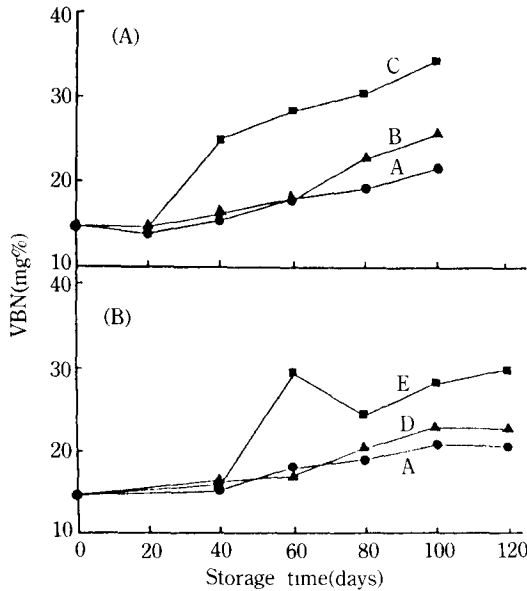


Fig. 2. Change of VBN contents of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased up during storage

(A) Storage temperature changed after 20 days at -20°C , (B) Storage temperature changed after 40 days at -20°C

리고 -20°C 에서 20일간 저장 후, 저장온도를 -15°C 로 상승시켜 저장한 경우는 저장 40일째까지는 그다지 큰 변화가 없었으며 60일 경과 후 VBN의 함량이 급격히 증가하는 경향을 보여주었으며, -20°C 에서 일정한 온도로 저장한 경우와 비교해 보면 저장 40일째부터 VBN 함량의 차가 증가됨을 볼 수 있다. 그러나 -5°C 까지 저장온도를 상승시킨 경우에는 저장온도 상승 후, 즉시 VBN 함량의 증가를 볼 수 있었으며 이러한 추세는 저장기간이 증가할수록 급격히 증가하였다. 한편, -20°C 에서 40일간 저장한 후 온도를 -15°C 및 -5°C 로 상승시킨 경우에도 20일간 저장한 후의 VBN 함량변화와 비슷한 경향을 보여주었으나, 그 변화하는 증가속도는 다소 낮은 경향을 보여주었는 바, 이는 저온하에서의 장기보관에 의한 영향으로 생각되어진다.

빵가루 입힌 냉동새우의 저장조건별 저장기간에 따른

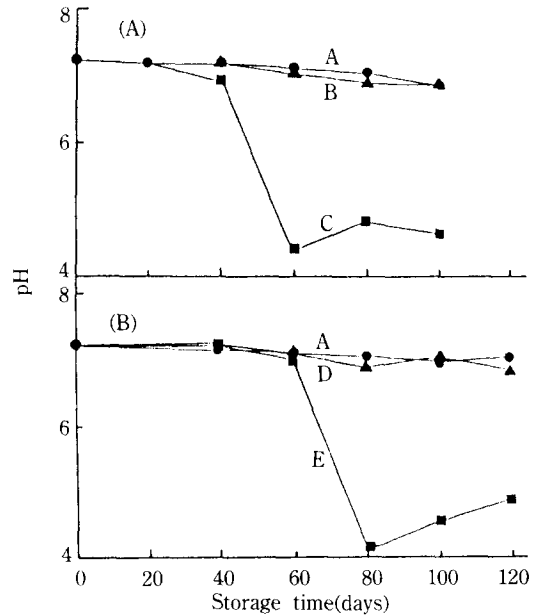


Fig. 3. Change of pH of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased up during storage

(A) Storage temperature changed after 20 days at -20°C , (B) Storage temperature changed after 40 days at -20°C

pH 변화를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 즉, 온도변화에 따른 저장기간별 pH의 변화를 살펴보면 -20°C 에서 일정한 온도로 저장한 경우와 -20°C 에서 20일간 저장한 경우 그리고 -20°C 에서 40일간 저장한 경우에 저장 100일까지 pH값은 7.05 이상의 수준으로 저장기간에 따라 거의 변화가 없는 안정적인 경향을 나타낸 반면에 -5°C 에서 저장한 경우는 온도상승 후 즉시 pH 값이 크게 떨어지는 추세를 보였다.

빵가루 입힌 냉동새우의 저장조건별 단백질 변성을 살펴보기 위해 염용성단백질 용출량의 변화를 측정하였다. Fig. 4에서 보는 바와 같이, 저장온도가 상승한 경우의 염용성단백질 용출량의 변화는 VBN 함량변화와 유사한 경향을 보여주었다. 즉, -20°C 에서 일정한 온도로 100일간 저장하여도 염용성단백질의 용출량은 65.9%에서 58.4%로 거의 변화하지 않았으며, -20°C 에서 20일간

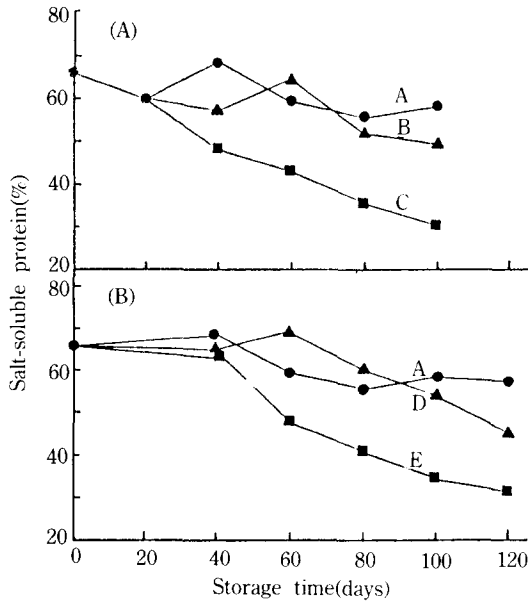


Fig. 4. Change of extractability of salt-soluble protein of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased up during storage

(A) Storage temperature changed after 20 days at -20°C , (B) Storage temperature changed after 40 days at -20°C

저장 후 저장온도를 -15°C 로 상승시켜 80일간 저장하여도 용출량은 크게 변화하지 않았으나 -20°C 의 일정 온도에서 저장한 경우와는 저장 80일째부터 약 3~9% 정도의 차이를 나타내었다.

이와같은 결과를 미루어 볼 때 저장온도를 -20°C 에서 -15°C 로 상승시켜도 변동 전의 저장기간이 길거나 짧음에 관계없이 품질에 미치는 영향은 거의 차이가 없으며, 또한 저장온도 상승 후 상당한 기간 경과 후에도 변화가 없는 것으로 짐작할 수 있다. 한편, Fig. 4(B)에서 보는 바와 같이 -20°C 에서 40일간 저장한 빵가루 입힌 냉동새우의 단백질용출량의 변화도 -15°C 로 상승시킨 경우에는 100일째까지 -20°C 에서 일정한 온도로 저장한 경우와 같이 용출량의 변화는 거의 볼 수 없었으나, 저장 120일째 45.0 mg%로 다소 떨어지는 경향을 보여주었다. 그리고 -5°C 로 상승시킨 경우에는 용출량의 저하가 60일째부터 현저히 나타났으며, 그 후에도 값의 저하는 지속되었다.

그리고 저장조건이 새우에 함유되어 있는 지방질의 산패에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 각 시료의 TBA값을 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 초기 TBA값은 0.08로서 매우 낮게 나타났으나, -20°C 에서 일정한 온도로 저장한 경우 TBA값은 저장 40일째 초기치의 2배, 저장 80일째 5배인 0.39로 증가하였으며 -20°C 에서 20일간 저장 후 저장온도를 -15°C 로 상승시킨 경우에는 40일째 1.26으로 증가되었

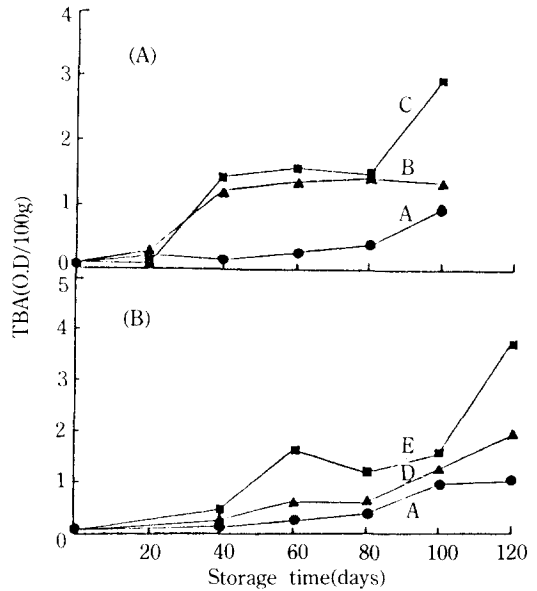


Fig. 5. Change of TBA value of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased up during storage

(A) Storage temperature changed after 20 days at -20°C , (B) Storage temperature changed after 40 days at -20°C

으나, 그 후에는 비교적 안정된 경향을 보여주었다. 그러나 -20°C 에서 40일간 저장 후 저장온도를 -15°C 로 상승시킨 경우에는 저장 80일까지 비교적 안정된 경향을 보여주었으나, 저장 100일째부터 1.26으로 크게 증가하였다. 이와같이 저장기간에 따른 TBA값의 변화는 저장 온도가 낮을수록 서서히 증가하는 반면에 온도상승이 클수록 급격히 증가하는 경향을 보여주었다.

Fig. 6은 빵가루 입힌 냉동새우의 저장온도 상승에 따른 호기성 미생물의 변화를 나타낸 것으로 -20°C 저장품 (A)의 경우, 저장초기 5.08(log CFU/g)에서 저장 120일째 5.62(log CFU/g)로 거의 변화가 없었는 바, 이는 Simmonds와 Lamprecht⁽⁹⁾가 -7°C 의 온도에서 박테리아의 성장은 완만히 진행되며, -18°C 또는 그 이하의 온도에서 일부 효소만이 성장하고 -12°C 에서 일부 박테리아와 곰팡이가 성장하지만 일반적으로 동결에 의해 미생물 부패는 정지된다고 보고한 내용과 일치하였다. 그리고 20°C 에서 20일 저장 후 -15°C 로 상승시킨 시료 (B)는 저장 40일까지 -20°C 로 저장한 A, D, E제품보다 약간 증가된 현상을 보이고 있으나 거의 큰 변화없이 저장 80일까지 유도기 현상을 보이다가 그 이후부터 증가추세를 나타내었다. -20°C 에서 20일 저장 후 -5°C 로 상승한 시료(C)는 전시료 중에서 가장 미생물의 증가속도가 빠르게 나타났으며, 저장 20일까지는 유도기 현상을 보이다가 저장 60일에서 80일 사이에 가장 급속한 성장을 나타내었다.

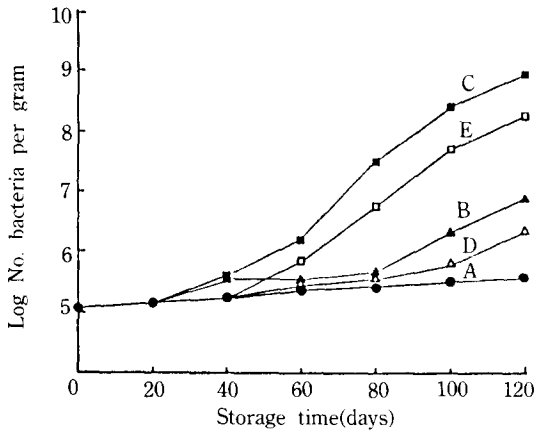


Fig. 6. Change of bacterial count of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased up during storage

Table 4. Change of *E. coli* (MPN/g) of frozen breaded raw shrimp when the temperature increased during storage

Sample	Storage time (days)						
	0	20	40	60	80	100	120
A	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
B		<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
C			0.3	0.4	0.4	1.1	2.1
D			<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E			<0.3	0.3	0.3	0.7	1.5

한편 -20°C 에서 40일 저장 후 -15°C 로 상승시킨 시료(D)는 시료 A 다음으로 미생물 성장속도가 거의 변화가 없었으며 B시료와 유사한 성장곡선을 보여주었다. 그리고 -20°C 에서 40일 저장 후 -5°C 로 저장시킨 시료(E)는 시료 C와 유사한 성장곡선을 보이고 있으나 저장 40일까지는 거의 미생물의 성장변화가 없다가 그 이후부터 100일 사이에 대수기를 보였는데, 특히 타시료에 비하여 저장기간의 증가에 따라 미생물의 성장이 급격히 빠르다는 것을 알 수 있었다. 그리고 저장온도 상승에 따른 저장기간별 대장균의 변화는 Table 4와 같이 A, B, D 시료만이 MPN<0.3/g 이하로 나타났으며, MPN이 1/g 이상으로 나타난 경우는 C시료에서 저장 80일째 1.1/g, E시료에서 저장 120일째 1.5/g으로 각각 나타났다.

동결저장온도의 상하변동이 품질에 미치는 영향

빵가루 입힌 냉동새우에 대한 중심온도를 동결저장온도인 -20°C 에서 -15°C (a), -10°C (b) 및 -5°C (c)까지 상승시킨 후, 다시 -20°C 까지 내리는 온도 상하변동을 5회, 10회, 15회 실시한 경우의 VBN, pH, 염용성단백질의 용출량 및 TBA 함량변화를 Table 5에 각각 나타내었다. Table 5에서 보는 바와 같이 VBN은 변동온도 폭이 크고, 변동횟수가 많을수록 급격히 상승함을 알 수

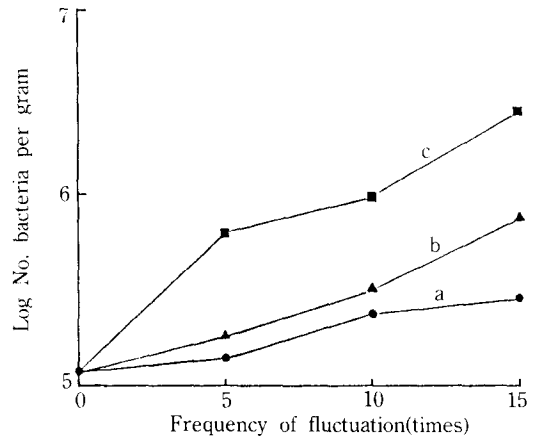


Fig. 7. Change of bacterial count of frozen breaded raw shrimp with storage temperature fluctuation

Table 5. Change of chemical composition of frozen breaded raw shrimp with storage temperature fluctuation

Condition	Frequency of fluctuation (times)	VBN (mg%)	pH	Extractability (%)	TBA (O.D./100g)
a	0	14.5	7.23	72.46	0.41
	5	14.8	7.25	69.99	0.42
	10	15.9	7.34	64.34	0.46
	15	15.0	7.20	67.45	0.47
	b	0	14.5	7.23	72.46
5		14.6	7.32	67.45	0.49
10		16.2	7.28	58.55	0.60
15		20.1	6.69	50.95	0.87
c		0	14.5	7.23	72.46
	5	25.1	6.98	55.94	1.40
	10	32.6	6.50	45.33	1.54
	15	36.3	6.27	40.31	3.43

있다. 이는 온도상승에 의한 품질변화에서 고찰한 바와 같이 -20°C 의 일정온도에서 일정기간 저장한 경우에는 VBN 함량의 변화를 거의 볼 수 없었으며, 또한 -15°C 까지의 온도변동에서도 거의 변화가 없으므로 VBN 함량의 증가는 온도변동에 의한 것으로 판단할 수 있다. 그리고 pH 변화는 -15°C 및 -10°C 까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 pH는 거의 큰 변화는 나타나지 않는 것으로 보아 저온일수록 pH의 변화속도는 느리다는 것을 볼 수 있었다. 그러나 -5°C 까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 초기치 7.23에서 6.27까지 저하하는 것으로 보아 단기간 동안 상온에 일시적으로 방치하여 둘 경우에도 pH는 저하한다는 것을 알 수 있으며, 염용성단백질 용출량의 변화 결과는 Table 5에 나타난 바와 같이 -15°C 까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가와 더불어 염용성 단백질의 용출이 약간 저하하는 경향을 보여주었으나, -10°C 및 -5°C 까지의

Table 6. Change of *E. coli* of frozen breaded raw shrimp with storage temperature fluctuation

Frequency of fluctuation (times)	MPN/g		
	a	b	c
0	<0.3	<0.3	<0.3
5	<0.3	<0.3	<0.3
10	<0.3	0.4	1.1
15	0.3	0.8	3.9

온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 용출량이 현저하게 저하함을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 Dyer 등^(10,11)이 대구 필렛을 -18℃에서 50주 저장하는 동안 1, 3, 6 및 9개월째 각각 2주간 온도변동을 -9℃로 상승시켜 저장한 후, 즉시 -18℃로 다시 저장한 실험에서도 온도상하변동 후에는 단백질 용해성(actomyosin-N%)이 급격히 감소하며, 관능적인 면에서도 떨어지는 것으로 보고한 예에서도 고찰할 수 있다. 따라서 염용성단백질의 용출성 저하는 온도변동 폭이 크고, 변동횟수가 많을수록 심하게 나타나는 것으로 사료된다. 또한, TBA값은 Table 5에 나타낸 바와 같이 -15℃까지의 온도변동에서는 온도변동횟수가 증가하여도 변화를 볼 수 없었으나, -10℃까지의 온도변동에서는 온도변동횟수의 증가와 더불어 서서히 상승하며, -5℃까지의 온도변동에서는 변동횟수가 증가함과 동시에 TBA값이 상승함을 볼 수 있다. 이와같은 결과는 Lea⁽¹²⁾가 유지의 산화속도는 저온일수록 느리며, 0℃의 경우 산화속도는 -10℃의 2.25배, -20℃의 6.8배인 것으로 보고한 내용과 유사한 것으로 나타났다. 따라서 -20℃보다는 -10℃때 유지의 산화속도가 증대하는 것으로 보아 본 연구의 온도변동에 따른 TBA값의 증가도 온도상승에 의한 기질의 산화속도 증대에 기인한 것으로 볼 수 있다.

Fig. 7은 빵가루 입힌 냉동새우의 저장온도 상하변동에 따른 미생물의 변화를 나타낸 것으로 -15℃ 및 -10℃까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 그다지 큰 변화는 나타나지 않았으나, -5℃까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 초기치 5.08(log CFU/g)에서 6.45(log CFU/g)까지 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 Table 6은 Fig. 7과 같은 방법으로 온도변동을 하였을 때 대장균 변화를 나타낸 것으로 -5℃와 -10℃까지의 온도변동에서는 변동횟수의 증가에 따라 대장균이 증가함을 보여주었다.

이와같은 결과는 온도상승에 의한 미생물학적 변화와 유사하게 나타났는 바, 본 시료는 빵가루 입힌 비가열 제품이라는 점을 고려할 때 원재료인 빵가루와 냉동새우의 전처리, 포장시의 초기미생물 오염정도 및 저장온도에 의해 크게 좌우될 것으로 사료된다.

요 약

빵가루 입힌 냉동새우에 있어서 동결저장중 온도변동

이 품질에 미치는 영향을 휘발성염기질소, pH, 염용성 단백질 용출량, TBA값과 미생물학적 변화에 의해 조사하였다. 저장온도를 -20℃에서 20일간 또는 40일간 저장 후 -15℃ 및 -5℃까지 온도를 상승시켜 그대로 저장한 경우, -15℃까지의 온도상승시 품질변화는 -20℃ 저장시와 거의 차이가 없으나 -5℃까지 상승시킨 경우에는 상승 전의 저장기간 차에 상관없이 VBN, pH, TBA 및 염용성단백질의 용출량과 미생물학적 변화가 현저함을 볼 수 있었다. 그리고 품온을 -20℃에서 -15℃까지의 상하변동을 되풀이 한 경우, 변동횟수에 관계없이 초기치의 품질지표값과 거의 차가 없는 반면에, 품온을 -20℃에서 -10℃ 및 -5℃까지의 온도 상하변동을 되풀이 하여 실시한 경우에는 시료의 VBN, pH, TBA, 염용성 단백질 용출량 및 미생물학적 변화는 온도폭이 큰 -5℃까지의 변동에서 보다 큰 품질변화를 보여주었으며 이는 변동횟수의 증가에 따라 더욱 증가되는 현상으로 나타났다.

문 헌

- 金子勝妨, 橋詰和宗, 小沢百合子, 増田亮 : イチユの凍結および凍結貯藏中における品質變化. 食總研報, 52, 18(1988)
- 小嶋秩夫: 凍結魚の品質における貯藏溫度變動の影響に 關する研究. 冷凍, 58(663), 23(1983)
- 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)
- A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., p.876(1980)
- 日本厚生省: 食品衛生検査指針 1. 日本厚生省, p.12(1960)
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M. and Younathan, M.T.: Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37, 44(1960)
- F.D.A.: *Bacteriological Analytical Manual*. Food and Drug Administration, Bureau of Foods, Division of Microbiology, V-1(1978)
- 右田正男: だん白變性からみだ 冷凍法の改善に關する研究. 冷凍, 471, 366(1967)
- 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)
- Dyer, W.J. and Doris, I.H.: Nucleotide degradation in frozen swordfish muscle. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26-6, 1597(1969)
- Dyer, W.J.: Protein denaturation in frozen and stored fish. *Food Res.*, 16, 522(1951)
- Iwata, K.: Influence of storage temperature on quality of frozen alaska pollack "Surimi" (meat paste). *Refrigeration*, 43(493), 1145(1968)

(1991년 2월 25일 접수)