

감압하에서의 김치숙성과 열처리

정자림 · 김미향 · 김미정 · 장경숙* · 김순동

효성여자대학교, 식품가공학과

*경산대학교 식품과학과

Kimchi Fermentation and Heat Treatment under Sub-atmosphere

Ja-Lim Jung, Mee-Hyang Kim, Mee-Jung Kim, Kyung-Sook Jang*, Soon-Dong Kim

Dept. of Food Sci. and Tech., Hyosung Women's Univ.

**Dept. of Food Sci., Kyungsan Univ.*

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of sub-atmosphere on the fermentation and heat treatment after fermentation of Kimchi. When the results from the conditions of atmosphere and under-atmosphere were compared, the growth of lactic acid bacteria was increased but the growth of aerobic bacteria was decreased under 560mmHg and 360mmHg. The number of total microorganism was decreased and simultaneously damaged to the tissue of Kimchi under 0mmHg. Kimchi fermented under 560mmHg and 360mmHg had longer storage duration than that of atmosphere. Among the several conditions, the result of heat treatment under 460-260mmHg was the best. The treatment for 4 minutes at 80°C, 2 minutes at 100°C, and 1 minute at 120°C was good in tissue states and storage.

Key words : Kimchi, sub-atmosphere, fermentation, heat treatment

서 론

김치는 제조공정면에서 보면 원료의 세척, 소금절임, 양념의 혼합, 숙성과정 및 포장의 공정으로 이루어지고 있으나 공업적인 생산과 유통의 실제면에서는 숙성과정을 거치지 않은 채 소금절임 태추에 갖은 양념을 버무리려 넣은 후 즉시 출하 하고 있다¹⁾. 이러한 이유는 김치의 숙성이 매우 빠르게 진행되므로 맛있게 먹을 수 있는 기간이 극히 짧고 이 기간이 지나면 pH가 4.0

이하로 떨어져 산미가 강한 김치가 되기 때문에²⁾ 미숙된 채로 출하하여 유통기간을 더욱 연장시키기 위한 때문으로 판단된다. 또 김치를 숙성시킨 경우 상당한 기간이 소요되며³⁾, 이와 관련된 시설 및 경비 등 여러가지 문제점도 숙성없이 출하하는 원인이 되고 있다. 이같은 미숙된 김치는 영양적, 위생적 측면에서 전통적인 김치의 특성을 지녔다 할 수 없으므로⁴⁾ 김치의 품질향상과 저장성 향상을 위한 대책적인 연구가 요망되고 있다.

감압처리는 조직으로부터 수분의 이탈을 촉진시켜 조직을 쉽게 유연하게 만들 수 있다. 또 소금을 병용할 경우 적은 양으로 절임효과를 얻을 수 있으며, 절임 기간을 단축시킬 수 있어 저염김치의 제조에 활용이 가능하다⁶⁾. 또한 감압하에서의 숙성으로 호기성 미생물의 생육을 줄이면서 젖산균의 생육을 촉진시켜 젖산발효를 피할 수 있으며⁷⁾, 숙성중에 각종 성분의 산화와 갈변을 방지하는데도 기여한다⁸⁾. 뿐만 아니라 김치제조용 각종 재료에는 위생적으로 문제가 될 수 있는 각종 유해 미생물이 있을 수 있는 바 젖산발효의 촉진으로 이들 유해 미생물의 생육을 막을 수 있을 것으로 판단된다^{9) 10)}. 이러한 점들을 고려하여 김치제조시 감압하에서 소금절임과 숙성 및 열처리를 연속공정으로 행하면서 감압조건에 따른 김치의 품질변화에 대한 조사를 계획하였으며, 본 보에서는 소금절임 배추를 사용하여 감압하에서의 숙성과 열처리를 행하여 보았다.

재료 및 방법

재 료

김치담금용 배추는 중량이 4kg 내외인 결구 배추(*Brassica pekinensis R.*)를 사용하였으며 고추가루는 영양고추를 60-80mesh 입도로 분쇄한 것을 사용하였다. 그리고 마늘과 생강은 시판 신선품을 구입하여 사용하였다.

소금절임

세척한 배추를 4등분하고 배추량 100g에 대하여 소금 3g의 비율로 골고루 뿌려 Fig. 1의 감압장치를 사용하여 20°C, 60mmHg에서 6시간 동안 절임하였다.

김치의 숙성

배추절임시에 생성된 즙액을 제거시킨 절임 배추를 Table 1의 비율에 따라 혼합한 양념과 함께 잘 버무린 후 플라스틱 김치통에 넣고 다시

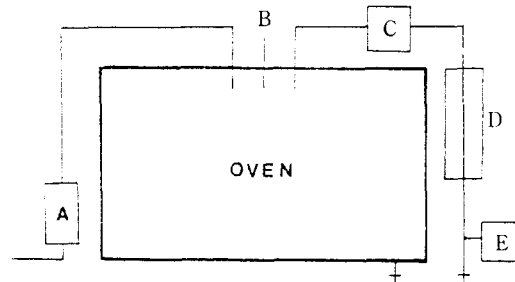


Fig. 1. Apparatus for fermentation and heat-treatment of Kimchi under sub-atmosphere. A : air filter, B : thermocouple, C : pressure gauge, D : condenser, E : pump.

20°C로 조절된 감압장치(Fig. 1)에서 감압도를 760, 560, 360, 160 및 0mmHg로 조절하면서 숙성시켰다.

Table 1. Amounts of Kimchi materials

Materials	Amounts(g)
Salted Chinese cabbage	100.00
Red pepper powder	2.24
Ginger	0.92
Garlic	1.70

균수의 측정

균수의 측정은 살균 polytron homogenizer를 사용하여 김치를 파쇄한 후 그 착즙액을 균수 측정용 시료로 하였다. 즉, 시료를 0.1% peptone용액에 넣어 혼합하고 5분간 저어준 후 적정농도까지 연속적으로 희석한 후, 총균수는 TY배지¹²⁾에, 그리고 젖산균수는 MRS배지¹³⁾(peptone 10g, meat extract 10g, yeast extract 5g, glucose 20g, tween 80 1g, K2HPO4 2g, sodium acetate 5g, MgSO4.7H2O 0.2g, MnSO4.4H2O 0.05g, triammonium citrate 2g, agar 20g, distilled water 1l, sodium azide 0.02%)를 사용하여 생균수를 측정하였다. 호기성 균수는 총균수에서 젖산균수를 제한 값으로 하였다.

Hexose 함량의 측정

Hexose함량은 anthrone법¹⁴⁾에 준하였다. 김치 즙액의 경우는 0.5ml, 김치 조직은 2g을 증류수 100ml에 녹인 후 0.5ml를 취하여 냉 anthrone시약 3ml를 vortex 상에서 가하였으며, 끓는 water bath에서 15분간 가열하여 반응시킨 후, ice bath에서 20분간 냉각, 620nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량은 표준품 glucose의 검량선($\mu\text{g glucose: } 0.5\text{ml} = \text{OD}_{620} \times 180.1 - 0.15, r = 0.9997$)에 의하여 산출하였다.

Pentose 함량의 측정

Pentose함량은 orcinol비색법¹⁵⁾에 의하여 시료 2ml에 orcinol-FeCl₃ 0.5ml를 한 방울씩 첨가한 후 진한염산 2ml를 가하여 잘 혼합하였다. 다음에 중탕으로 10분간 끓여 정색한 후 620nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량은 표준품 arabinose의 검량선($\mu\text{g arabinose}/2\text{ml} = \text{OD}_{620} \times 287.77 - 5.61, r = 0.9980$)에 의하여 산출하였다.

Vitamin C 함량의 측정

2,4-Dinitrophenyl hydrazine(DNP) 비색법¹⁶⁾에 준하여 김치 즙액은 2ml, 김치 조직은 2g을 2% metaphosphoric acid 용액 50ml로 추출한 후 추출액 2ml에 indophenol 0.2ml, metaphosphoric acid 2ml를 넣어 충분히 혼합하고 여기에 DNP 1ml를 가하여 60°C에서 90분간 반응시켜 즉시 방냉한 후 85% H₂SO₄용액 5ml를 vortex상에서 가하여 20°C에서 30분간 방치하였으며 540nm에서 흡광도를 측정하여 검량선($\mu\text{g}/2\text{ml} = \text{OD}_{540} \times 163.394 - 8.2295, r = 0.9478$)에 의하여 그 함량을 산출하였다.

즙액의 용출량

김치로부터 용출되는 즙액량의 측정은 담금 용기를 기울였을때 5분동안에 자연적으로 유출된 즙액을 측정하였으며¹⁷⁾, 배추 100g당의 ml로 나타내었다.

색 상

잎조직의 색상측정은 녹색부분과 백색부분으로 나누어 색차계(Minolta CR 200)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다.

감압 열처리

감압하에서 숙성시킨 김치는 연속해서 Fig. 1의 감압 장치를 이용하여 온도는 60, 80, 100 및 120°C로, 압력은 460, 260 및 60mmHg로 변화시키면서 1, 2, 3, 4, 5, 6, 및 9분간 각각 열처리하였다.

열처리 김치의 보존성

감압하에서 열처리한 김치의 보존성을 조사하기 위하여 열처리한 김치를 4°C와 20°C의 incubator에 두면서 pH가 4.0에 도달하는 일수를 조사하였다.

관능검사

신맛과 탄산미는 5점 관능검사법¹⁸⁾에 의하여 아주 약하다(1점), 약하다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 아주 강하다(5점)으로 하였으며, 종합적인 품질은 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 매우 좋다(5점)로 하였다. 그리고 김치를 열처리하였을 때 열에 의한 조직 손상 및 조위(wilting)정도는 열처리하기 전의 숙성김치와 비교하여 손상이 전혀 없다(1점), 약간 있다(2점), 보통 있다(3점), 심하다(4점), 매우 심하다(5점)으로 평가하였다.

통계 처리

3회 반복측정한 평균값을 SAS package program의 Duncan's multiple range test에 의하여 data 상호간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 감압하에서의 김치숙성

미생물의 생육상태

젖산균은 통성혐기성 미생물¹⁹⁾로서 공기가 없는 감압상태에서도 생육이 가능 한 반면 감압하에서는 호기성 미생물의 생육은 저해된다. 이러한 현상이 감압도에 따라서 어떻게 달라지는지를 살펴보기 위하여 20°C에서 숙성시키면서 총균, 젖산균 및 호기성균으로 나누어 균수를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 그 결과 상압에서는 젖산균과 호기성균의 비율이 대등하였으나, 560 mmHg 및 360mmHg에서는 젖산균수는 증가되는 반면 호기성 균수는 오히려 감소하는 현상이 나타났다. 그러나 160-0mmHg에서는 총균수가 감소되면서 젖산균, 호기성균 모두가 감소하였다. 김 등²⁰⁾과 변 등²¹⁾은 품질이 좋은 김치에서는 혐기성균의 비율이 호기성 균보다 높음을 지적하고 있는 바 560-360mmHg의 감압하에서 숙성 시킨 김치의 품질이 양호함을 간접적으로 나타내 주고 있다.

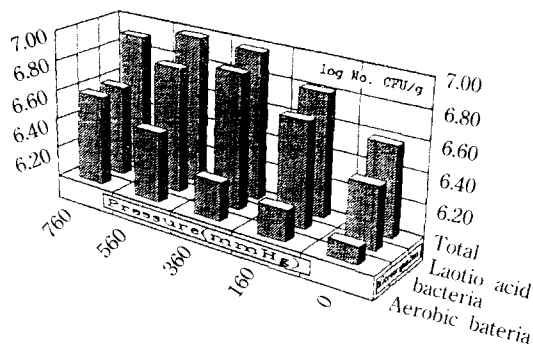


Fig. 2. Effect of sub-atmosphere on the growth of lactic acid bacteria and aerobic bacteria during Kimchi fermentation at 20°C.

Hexose, pentose 및 vitamin C 함량

감압조건에서 김치를 숙성시킬 경우 김치의 숙성도와 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 760mmHg와 젖산균의 생육이 양호하였던 560 mmHg 그리고 과도한 감압조건인 0mmHg에서 김치를 숙성시키면서 hexose, pentose 및 vitamin C의 함량 변화를 조사해 보았다(Fig. 3-5). 그

결과 hexose 함량은 전 발효기간 동안 조직과 즙액 다같이 0mmHg하에서 높게 나타났다. 이러한 현상은 hexose가 미생물의 생육을 위한 영양원으로 쓰여짐을 고려할 때 앞의 Fig. 2에서 언급한 바와 같이 균의 생육이 0mmHg에서 억제된 것과 일치하는 현상으로 생각되며, 아울러 김치 숙성은 hexose의 감소율이 높은 560 mmHg에서 숙성이 원활해 진다고 하겠다.

당의 함량 변화는 김치의 속도변화와 미생물 생육의 지표로서 중요하며²²⁾, 심 등²³⁾은 이를 활용하여 배추조직의 당량을 줄임으로써 김치의 속도를 조절할 수 있다고 하였다.

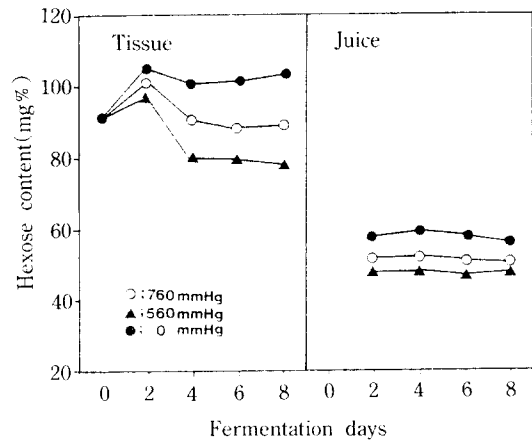


Fig. 3. Effect of sub-atmosphere on the hexose content of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

또 pentose(Fig.4)는 세포벽 다당류의 구성성분²³⁾으로 생체조직에서는 다당류의 형태로 존재하나 미생물의 작용이나 세포벽의 분해 또는 붕괴로 인하여 가용성의 저급다당류 또는 유리 형태로 변화될 수 있다²³⁾. Fig. 4에서는 감압하에서 김치를 숙성시킬 경우 세포벽의 변화상태를 추정해보기 위하여 total pentose의 함량변화를 조사하였다. 그 결과 감압도가 높을 수록 조직에서는 그 함량이 낮은 반면 즙액에서는 오히려 높은 함량을 나타내었다. 이러한 현상은 세포벽 손상이 상압보다 감압에서 큼을 나타내며

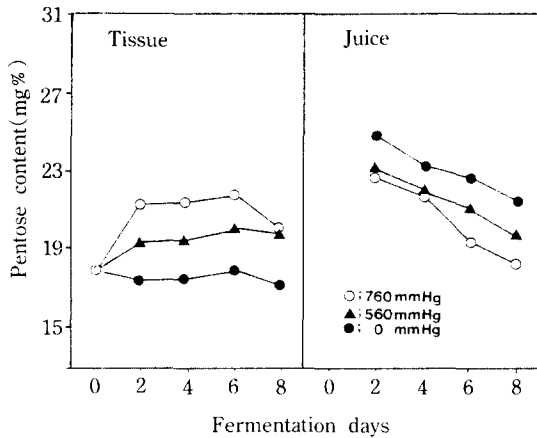


Fig. 4. Effect of sub-atmosphere on the pentose content of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

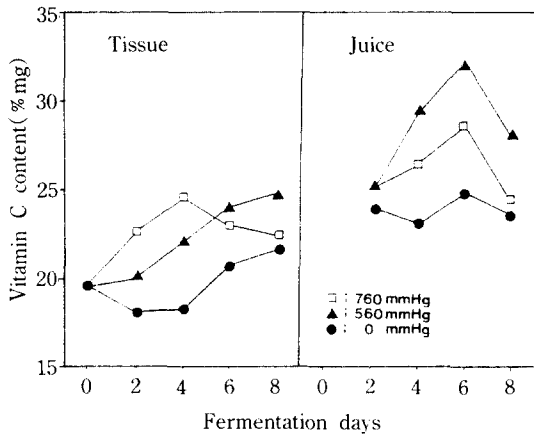


Fig. 5. Effect of sub-atmosphere on the vitamin C content of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

세포벽으로부터 유리되어 나온 hemicellulose 등의 성분이 즙액으로 이행되는 현상으로 판단된다.

Vitamin C의 함량(Fig. 5)은 조직에서는 감압(0 mmHg)보다 상압에서 높게 나타났으며 국물에서는 560mmHg에서 상압보다 높았다.

즙액의 용출량

김치의 숙성 중 조직으로부터 즙액의 유출은 일반김치의 경우는 소금의 삼투 작용에 의하여 숙성기간 동안 거의 비례적인 증가를 나타내고 있어 속도판정의 지표가 될 수 있다²¹⁾. 그러나 감압에서는 감압에 의한 즙액의 유출도 이루어질 수 있으므로 Fig. 6에서는 감압도에 따른 즙액량의 변화를 조사해 보았다. 그 결과 560 mmHg에서는 상압과 비슷한 형태의 즙액용출 곡선을 나타내었으나 즙액량은 상압보다 많았다. 0mmHg에서는 숙성 2일까지는 상압과 560 mmHg에서보다 용출량이 많았으나 그 이후부터는 오히려 감소되었는데 이는 과도한 감압으로 인하여 용출되어 나온 수분이 증발되는 현상으로 생각된다.

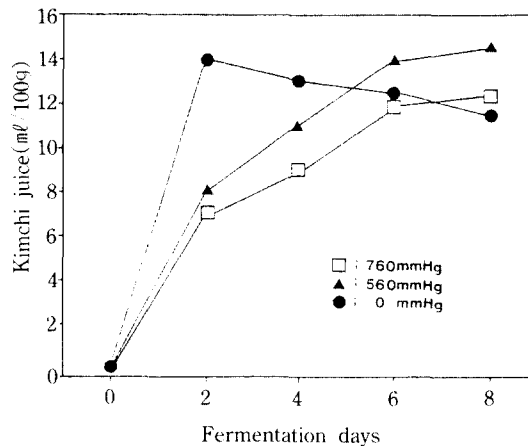


Fig. 6. Effect of sub-atmosphere on the amounts of juice from Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

색상

김치의 숙성중 20°C에서 감압도별로 숙성시키면서 색상의 변화를 측정된 결과는 Fig. 7-9와 같다. L값(lightness)은 잎의 녹색부분과 백색부분 다같이 숙성이 진행됨에 따라 감소하였다. 백색부분에서는 760, 560, 0mmHg 순으로 0

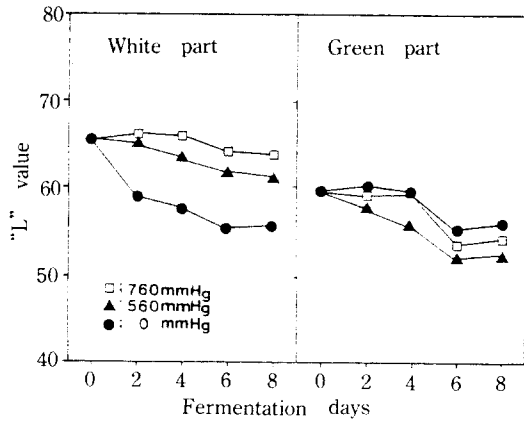


Fig. 7. Effect of sub-atmosphere on the color ('L' values) of white and green parts of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

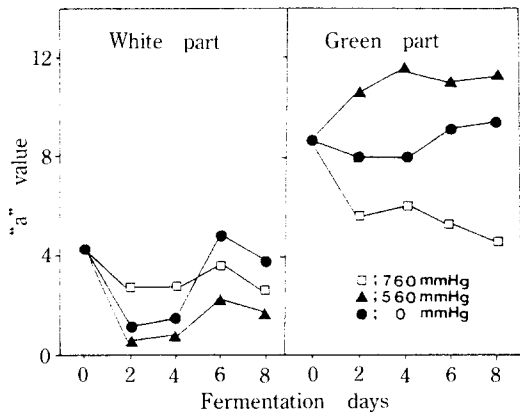


Fig. 8. Effect of sub-atmosphere on the color ('a' values) of white and green parts of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

mmHg가 가장 낮게 나타나 감압의 영향을 많이 받아 조직이 투명해짐과 함께 어두운 빛으로 변화였으며, 녹색부분은 숙성정도와 비례하여 오히려 진행했다. 백색부분의 a값 (redness)은 발효가 경과할수록 감소하는 듯 하더니 4일이 지나면서 증가하였으나 녹색부분에서는 반대의

현상이 나타났다. a값에 영향을 주는 재료는 고추가루로서 적색의 carotenoid 색소가 숙성과 함께 용출되어 나와 백색일 조직에 침착되기 때문이라 판단된다²⁵⁾. 또 백색일 조직에서는 숙성의 진행과 함께 조직이 손상되면서 chlorophyll이 조직밖으로 스며 나오면서 황색의 pheophytin으로 변하기 때문으로 생각되며²⁶⁾, 이러한 현상은 감압도가 높을수록 현저하였다. 녹색 일 부분의 560mmHg에서의 a값 증가는 이 조건에서

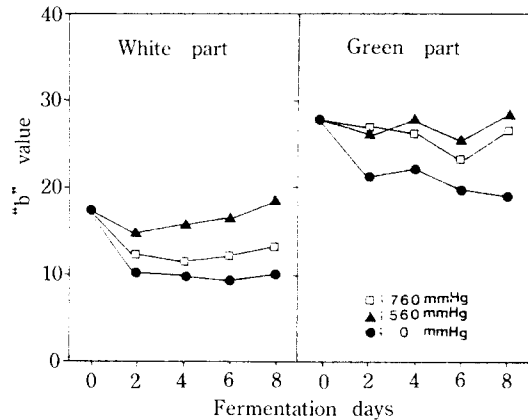


Fig. 9. Effect of sub-atmosphere on the color ('b' values) of white and green parts of Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C.

김치의 숙성이 촉진되어 chlorophyll의 황변화가 진행된 결과로 생각된다.

b값(yellowness)은 560mmHg에서는 숙성에 따라 다소 상승하였으나, 0mmHg와 상압에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 일부분의 경우는 특히 0mmHg에서 감소현 상을 나타내었다.

관능적 품질

560mmHg 감압하에서 김치를 숙성시키는 동안 산미, 탄산미 및 종합적인 품질을 평가한 결과는 Fig. 10과 같다. 상압에서 숙성시킨 김치의 산미는 560mmHg에서 숙성시킨 김치와 대등하였으나, 0mmHg의 경우는 산미의 강도가 오히려 낮아서

숙성이 다소 지연됨을 알 수 있다. 발효 중에 생성된 탄산가스는 감압하에서 김치조직 밖으로 나와 탄산미는 감소될 것이라 생각되었으나, 상압과 560mmHg는 큰 차이가 없었다. 그러나 0 mmHg는 비교적 낮은 값을 나타내었다. 종합적인 품질은 상압과 0mmHg에서 보다 560mmHg에서 높게 유지되었으나, 발효 6일째 부터 감소하였다.

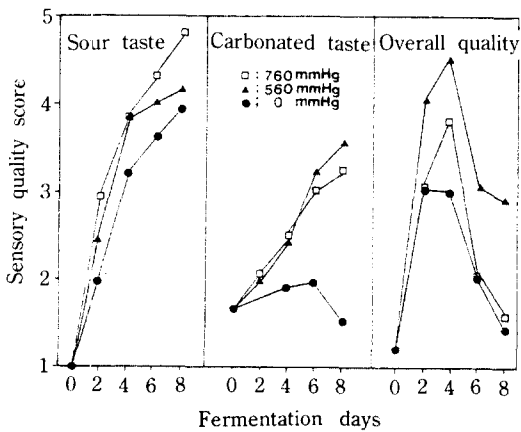


Fig. 10. Effect of sub-atmosphere on the sensory quality of the Chinese cabbage Kimchi during fermentation at 20°C. Sour and carbonic taste : very low(1), low(2), moderate(3), strong(4), very strong(5). Overall quality : very poor (1), poor(2), moderate(3), good(4), very good(5).

2. 감압하에서의 열처리

조직의 상태

감압열처리는 상압처리보다 열처리 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 조직의 열손상과 성분의 파괴를 줄일 수 있기 때문에 고농도, 고점성의 물질 및 열 연 화성의 원료를 건조시키는 방법으로 널리 이용되고 있다²⁷⁾. 김치를 감압하에서 가열할 경우 조직에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 460, 260 및 60mmHg에서 60, 80, 100 및 120°C에서 시간별로 열처리한 후의 조직상태를

무처리 김치와 상호 비교하였다(Table 2). 그 결과 460mmHg에서 60°C로 열처리한 경우는 9분간 처리하여도 조직의 열손상은 없었다. 그러나 80°C에서는 5분이상, 100°C에서는 3분이상, 120°C에서는 2분이상 처리할 경우 조위(wilting)현상이 나타났다. 260mmHg에서는 460mmHg의 경우보다 다소 높은 값을 보이고 있으나 비슷한 상태를 보였다. 60mmHg에서는 460mmHg 및 260mmHg의 경우보다 조직의 조위와 열에 의하여 손상을 받는 시간이 더욱 단축되었다.

열처리 김치의 보존성

김치는 미생물이 살아있는 식품으로 보존성이 문제점으로 대두되고 있다²⁸⁾. 감압도를 달리하여 20°C에서 1일간 숙성시킨 김치를 열처리 없이 4°C와 20°C에 각각 두면서 pH 4.0에 도달하는 일수를 조사해 보았다(Fig. 11). 그 결과 560-360 mmHg에서 숙성시킨 김치는 상압에서 숙성시킨 김치보다 2-4일 정도 연장되었으나, 160-0 mmHg에서는 상압과 비슷하였다. 또 20°C 에서 1일간 감압으로 숙성시킨 김치를 시간별, 온도 별로 열처리한 후 20°C에 두면서 pH변화를 측정

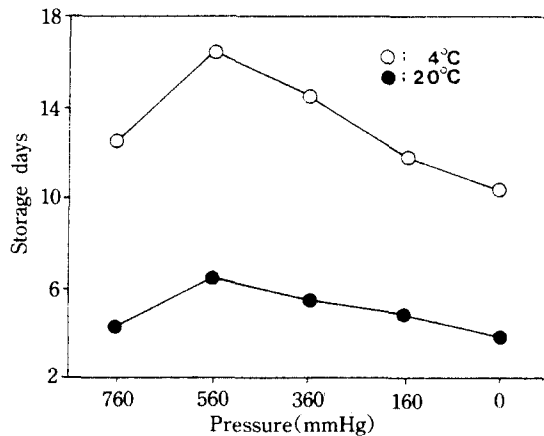


Fig. 11. Days to reach at pH 4.0 during storage at 4°C and 20°C after fermentation of the Kimchi for 1 day under sub-atmosphere at 20°C.

Table 2. Effect of heat treatment under sub-atmosphere on the tissue state of Kimchi

Pressure (mmHg)	Temp. (°C)	Heat treated time(min.)							
		0	1	2	3	4	5	6	9
460	60	1.0 ^b	1.1 ^b	1.0 ^b	1.0 ^b	1.0 ^b	1.0 ^b	1.2 ^a	1.3 ^a
	80	1.0 ^c	1.0 ^c	1.1 ^c	1.4 ^c	1.6 ^b	3.0 ^a	3.4 ^a	3.6 ^a
	100	1.0 ^c	1.2 ^c	1.5 ^c	3.0 ^b	3.4 ^b	4.1 ^a	4.2 ^a	4.3 ^a
	120	1.0 ^c	1.3 ^c	3.2 ^b	3.8 ^b	4.4 ^a	4.6 ^a		
260	60	1.0 ^c	1.0 ^b	1.0 ^b	1.0 ^b	1.2 ^b	1.4 ^a	1.5 ^a	1.6 ^a
	80	1.0 ^c	1.1 ^c	1.2 ^{bc}	1.4 ^b	1.7 ^b	3.1 ^a	3.5 ^a	3.7 ^a
	100	1.0 ^c	1.2 ^c	1.6 ^{bc}	3.1 ^b	3.5 ^b	4.2 ^{ab}	4.8 ^a	
	120	1.0 ^c	1.4 ^c	3.3 ^b	4.0 ^a	4.8 ^a			
60	60	1.0 ^c	1.2 ^c	1.5 ^b	1.6 ^b	1.9 ^{ab}	2.0 ^a	2.1 ^a	2.4 ^a
	80	1.0 ^c	1.5 ^c	1.6 ^{bc}	1.8 ^{bc}	3.0 ^{ab}	3.2 ^a	3.8 ^a	3.9 ^a
	100	1.0 ^c	1.3 ^c	1.8 ^b	3.5 ^a	4.1 ^a	4.5 ^a		
	120	1.0 ^c	1.5 ^b	3.6 ^a	4.5 ^a				

The score of heat damage were very low(1), low(2), moderate(3), much(4), very much(5).

^{ab}Different superscripts within a raw indicate significant differences at 5% level.

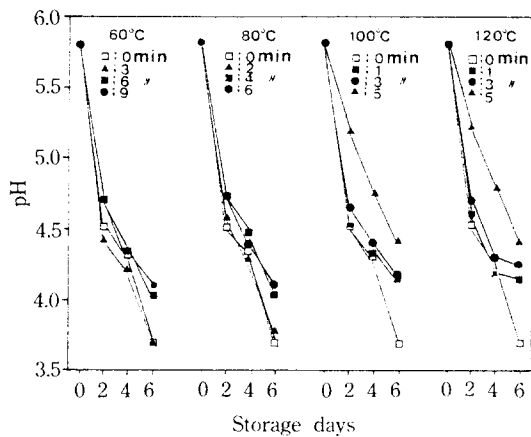


Fig. 12. Effect of heat-treatment under 460 mmHg on the changes in pH of Kimchi during storage at 20°C after fermentation for 1 day at 20°C under 560mmHg.

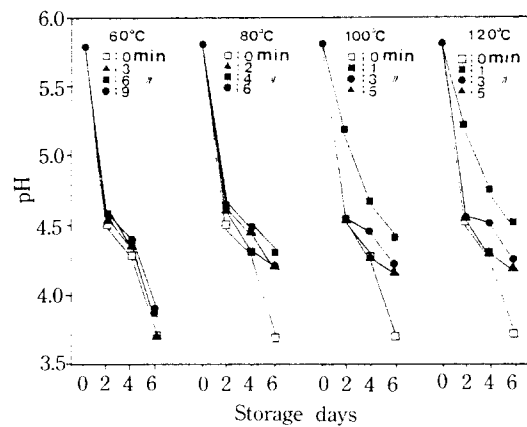


Fig. 13. Effect of heat-treatment under 260 mmHg on the changes in pH of Kimchi during storage at 20°C after fermentation for 1 day at 20°C under 560mmHg.

해 보았다(Fig. 12-14). 460mmHg, 60°C 의 경우, 열처리시간이 3분에서 9분으로 증가함에 따라 pH가 높게 유지되었다. 그리고 80°C에서는 6분, 100°C에서는 5분, 120°C에서는 5분처리시 양호하

였으며, 저장중 pH를 가장 높게 유지한 처리 온도는 100°C 5분처리와 120°C 5분 처리구였으나 처리시 조직상태 등을 감안하면 80°C에서는 4분, 100°C에서는 2분, 120°C에서는 1분간 처리하는

것이 바람직하다고 하겠다. 260mmHg의 경우보다 다소 높은 효과를 보였다. 그러나 60mmHg에서의 0분처리는 무처리보다 효과가 있었으나 460mmHg 및 260mmHg보다 효과가 낮았다.

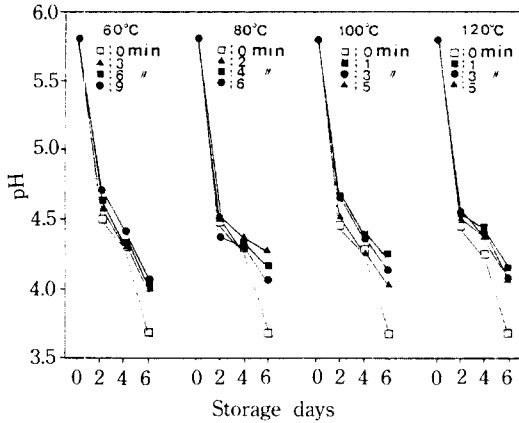


Fig. 14. Effect of heat-treatment under 60 mmHg on the changes in pH of Kimchi during storage at 20°C after fermentation for 1 day at 20°C under 560mmHg.

요 약

김치의 숙성과 열처리 효과에 미치는 감압의 영향에 대한 실험결과를 요약하면 다음과 같다. 김치를 560mmHg와 360mmHg에서 숙성시킨 경우는 상압보다 젖산균의 생육이 촉진되는 반면 호기성균이 감소되어 김치의 품질이 향상되었다. 그러나 0mmHg에서는 균의 생육이 저해됨과 동시에 김치조직이 손상되었다. 560mmHg와 360mmHg에서 숙성시킨 김치는 상압에서 숙성시킨 김치보다 저장성이 높았다. 숙성된 김치를 감압하에서 열처리할 경우 바람직한 감압조건은 460 - 260mmHg이었으며 80°C에서는 4분처리, 100°C에서는 2분처리, 120°C에서는 1분간 처리하는 것이 조직의 상태나 저장면에서 양호하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 '93년 핵심전문연구 과제(과제번호 931-0600-011-2) 감압도와 온도조절에 의한 김치의 속도조절 및 저장성 향상의 연구결과에 대한 일부로서 지원당국에 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

- 최신양. 김치의 과학기술. 기술신서 2집, 한국식품개발연구원, 서울, 1990.
- 엄옥금, 김순동. 김치의 산패방지에 관한 연구. 효대논문집, 1, 1983.
- 조재선. 김치의 이화학적 특성, 식품과학, 21(1): 25, 1988.
- 김중만, 김인숙, 양희천. 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구(I), 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적인 변화. 한국영양식량학회지, 16(2): 75, 1987.
- 金子憲太郎, 太田子, 能坂典子. 野菜の新加工食品. へるルハツ減壓加熱加工装置, コーリンクルメによる野菜の新加工方法. 食品工業(日本), 35(8): 81, 1992.
- 정자림, 김미정, 김순동. 감압하에서의 소금절임. 동아시아 식생활학회지, 3(2): 99, 1994.
- 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙. 깍두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리 효과. 한국영양식량학회지, 15(1): 39, 1986.
- 이성우, 김광수, 김순동. 식품화학. 수확사, 서울, 244, 1988.
- 김미정, 김미경, 오영애, 김미향, 김순동. 김치담금재료의 미생물 오염 상태와 오존처리 효과. 식품과학지, 효성여자대학교, 4, 61, 1992.
- 한홍의, 임종락, 박현근. 김치 발효의 지표로서 미생물 군집의 측정. 한국식품과학회지, 22(1): 26, 1990.
- 변명우, 차보숙, 권중호, 조한욱, 김우정. 김치의 숙성관련 주요 젖산균 살균에 대한

- 가열처리와 방사선 조사의 병용효과. 한국 식품과학회지, 21(2) : 185, 1989.
12. Marth, E. H., Standard methods for the examination of dairy product. 14th ed., *America Public Health Association*, New York, 5, 1978.
 13. Harrigan, W.F. and Mccance, M.E., Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press, London, 347, 1976.
 14. Spiro, R.G., Analysis of sugars found in glycoprotein in methods in enzymology (ed E.F. Newfeld and V. Ginsburg). Academic Press, New York, 8, 4, 1966.
 15. 윤일섭, 김중화, 오태섭, 홍영식. 정성정량 식품분석. 형설출판사, 서울, 130, 1982.
 16. A. O. A. C., Official Methods of Analysis 11th ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington D. C., 777, 1984.
 17. 이명숙. 배추김치의 육안적 품질평가. 효성여자대학교 대학원, 석사 학위 논문, 1991.
 18. 川北兵, 山田光江. 食品の官能検査. 醫齒藥出版株式會社, 35, 1981.
 19. Frazier, W. C., Westhoff, D. C., Food Microbiology. Mcgraw-Hill international Editions, New York, 45, 1988.
 20. 이양희, 양익환. 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농 화학회지, 13(3) : 207, 1990.
 21. 심선택, 김경재, 경규향. 배추의 가용성 고형물 함량이 김치의 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22(3) : 278, 1990.
 22. 김순동, 박남숙, 강명수. 감의 연화와 관련된 세포벽 다당류의 변화. 한국식품과학회지, 18(2) : 158, 1986.
 23. Ahmed, A. E. and Labavitch, J. M., Cell wall metabolism in ripening fruit. *Plant Physiol*, 65, 1009, 1980.
 24. 노홍균, 이명희, 이명숙, 김순동. 김치액의 색상에 의한 배추김치의 품질평가. 한국영양식량학회지, 21(2) : 163, 1992.
 25. 장경숙, 김미정, 오영애, 강명수, 김순동. 배추김치의 숙성 중 부재료와 젖산균에 따른 carotene의 변화. 한국영양식량학회지, 20(1) : 5, 1991.
 26. 이성우, 김광수, 김순동. 식품화학. 수학사, 서울, 224, 1988.
 27. 日本食品工業會編, 食品分析法. 光琳, 日本, 11, 1980.
 28. 최신양. 김치 산업의 현황. 한국식문화학회지, 6(4) : 527, 1991.