

## 백김치 숙성중 물리화학적 특성변화

문수경<sup>†</sup> · 류홍수<sup>\*</sup>

경상대학교 식품과학과, 해양산업연구소

<sup>\*</sup>부경대학교 식품생명과학과

## Changes in Physicochemical Properties of Baik-kimchi during Fermentation

Soo-Kyung Moon<sup>†</sup> and Hong-Soo Ryu<sup>\*</sup>

Dept. of Food Science, Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,  
Tongyeong 650-160, Korea

<sup>\*</sup>Dept. of Food and Life Science, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

### Abstract

To elicit the effect of fermentation on food quality of the watery Chinese cabbage pickles without fish sauce and red pepper paste(Baik-kimchi), changes in physicochemical properties and microstructure of fiber components were studied. Better water holding capacity(WHC) was showed in Baik-kimchi fermented at 25°C than that of Baik-kimchi fermented at 5°C. WHC measured at pH 2 and 6 were ranged from 10.18 to 16.79g/g dried sample for Baik-kimchi fermented at 25°C and 6.51~14.58g/g dried sample for samples at 5°C, respectively. The higher WHC was resulted in pH controlled freeze-dried sample to pH 6 than that measured in pH 2 sample. The settling volume(SV) and oil adsorption capacity(OAC) increased with fermentation period and kept the same value for a little while, but slightly decreased in the over ripening period. Baik-kimchi fermented at 25°C exhibited more shrunk microstructure of parenchyma cell and xylem than those of Baik-kimchi fermented at 5°C. The appearance of SDF of the both Baik-kimchi ripened at 5°C and 25°C could give granular shape, whereas the overripened Baik-kimchi had smooth surface of SDF. On the other hand, the IDF retained the original shape during fermentation.

**Key words:** Baik-kimchi, water holding capacity(WHC), settling volume(SV), microstructure

### 서 론

최근 식이섬유의 생리, 기능적 측면이 새롭게 인식되고 그 중요성이 강조됨에 따라 세계 여러나라에서는 식이섬유의 적정 섭취량을 설정하여 권장하고 있다(1, 2). 우리나라의 경우, 국민의 1일 식이섬유 섭취량이 점차 감소추세를 보여 식이섬유 섭취량의 증가를 권장해야 한다는 보고가 발표되고 있다(3). 김치는 우리 식생활에서 가장 주요한 부식으로서 식이섬유의 중요한 공급원이 되어 왔지만(4), 최근 식습관의 서구화로 자극적이고 매운 맛을 가진 김치를 싫어하는 어린이가 증가하고 있어 김치에 의한 식이섬유 섭취의 증대를 위한 노력이 요구되고 있다(5,6). 그러므로 우리 고유의 전통 음식인 김치를 계승 발전시키기 위해서는 맛의 개발 뿐만

아니라, 김치에 함유되어 있는 다양한 기능성 물질의 효과를 밝혀 김치의 영양학적 우수성을 과학적으로 규명하는 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

김치의 식이섬유에 관한 연구는 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화(7-9), 김치 재료와 김치의 숙성 중 식이섬유의 함량(10) 등 김치의 숙성과 관련된 식이섬유의 함량변화에 관한 연구들로서 주로 배추김치를 대상으로 하고 있다. 그러나 김치의 종류는 사용하는 주재료와 부재료에 따라 매우 다양함으로 이에 따른 적절한 연구가 병행되어야 할 것으로 생각된다.

일반적으로 식이섬유는 그 종류와 구조에 따라 다소 차이를 나타내지만, 일정한 수분을 흡수하여 보유하는 보수력(water holding capacity, WHC)과 고유한 체적을 유지하는 부피형성능(settling volume, SV)을

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

지진다. 이러한 식이섬유의 보수력과 부피형성능은 우리 생체내에서 소화되지 않아 대변량을 늘려 변통을 원활하게 해 주고(11), 대장암의 예방과 수술후 대장암의 재발 방지를 위한 식이섬유의 섭취량은 약 20g/day가 적절한 수준이라고 보고하고 있다(12-15). 또한 여러 연구(16,17)에 의하면 식이섬유는 담즙산, 콜레스테롤, 독성물질 등을 흡착하여 체외로 배설하는 흡착력(binding and chelating capacity)을 가지며, 이외에 식이섬유의 물리화학적 특성으로는 점질성(viscosity), 양이온 교환성(cation exchange) 등을 들 수 있다

저자들은 전보(18)에서 백김치의 생리적 기능에 관한 연구의 일환으로 숙성과정 중 백김치의 식이섬유 및 펙틴질의 변화에 관하여 보고하였으. 본 연구에서는 식이섬유의 여러가지 물리화학적 특성, 즉, 보수력, 부피형성능, 흡유력 등에 관해 실험하였다. 또한 주사형 전자현미경을 통하여 백김치 숙성 중 미세조직의 변화를 관찰하였고, 숙성 중 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유의 형태변화를 비교 관찰하여 물리화학적 특성과 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 백김치의 재료 및 조제

백김치는 전보(18)와 같이 조제하였으며, 각각 5°C와 25°C에 저장하면서 실험하였다. 본 연구에 사용된 시료는 5°C의 경우에 10회, 25°C의 백김치는 9회 채취하였고, 모든 분석결과는 2회 이상 측정하여 얻어진 결과의 산술평균치로 나타내었다.

### 생배추 및 백김치의 분말시료 조제

각각 5°C와 25°C에서 숙성시킨 백김치를 낱싸순으로 채취하고 국물과 건더기를 따로 나누어 준비하였다. 건더기는 약 20분간 체에 바쳐서 국물을 제거하였다. 건더기는 부재료의 영향을 최소화하기 위해 마늘, 파, 생강을 모두 골라낸 후 잘게 썰어서 -80°C의 냉동고에서 급속동결시켰다. 동결된 시료를 진공동결건조기로 24시간동안 건조시키고, 분쇄기(Y-303A, 山本電氣商社, Japan)를 이용하여 분말화하였다. 분쇄된 시료는 30 mesh의 체를 통과시켜 균일한 분말시료로 만들고, 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 보수력(water holding capacity, WHC)

동결건조시료의 보수량은 McConnell 등(19)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 200mg을 50ml용 원심관에 정평하고 증류수 20ml를 가하여 잘 혼합한 후 37°C

의 항온수조(Thermo minder H-100, 타이테크株式會社, Japan)에서 24시간 방치한 것을 14,000g(11,500 rpm)에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 잔사를 이용하여 보수량을 산출하고 건물 1g당 g수로 표시했다. 또한 위와 장 내부의 상태를 모방하기 위해서 0.1N HCl용액으로 pH를 2와 6으로 조절한 후 30분이 경과된 뒤에 보수량을 측정하였다.

### 부피형성능(settling volume, SV)

Settling volume의 측정은 Middleton-Byers법(20)을 따랐다 즉, 시료 200mg을 20ml용 메스실린더에 정평하고 증류수로 정용한 다음, 메스실린더의 입구쪽을 손으로 누르고 상하로 잘 진탕한 후 37°C의 항온수조(Thermo minder H-100, 타이테크株式會社, Japan)에서 24시간 방치했다. 충분히 평형에 달했을 때 팽윤량을 SV으로 산출하고 건물 1g당 ml수로 표시했다. 또한 보수량과 동일하게 위와 장의 내부상태를 모방하여 pH를 2와 6으로 조절하고 30분 방치 후 SV를 구했다.

### 흡유력(oil adsorption capacity, OAC)

흡유력은 Lin 등(21)의 방법을 이용하여 측정하였다 즉, 동결 건조된 생배추 분말과 백김치 분말 각 1g에 5ml의 corn oil을 잘 섞어 30분간 방치한 다음 10,000rpm에서 25분간 원심분리하여 위층의 corn oil을 제거한 후 무게를 측정하였다.

### 미세구조의 시료조제 및 관찰

광학현미경에 사용된 시료의 조제는 5°C에서 숙성시킨 백김치는 9일째의 시료와 25°C의 경우는 3일째의 것을 채취하였으며, 줄기의 일정한 부위를 1×1cm크기로 자른 다음 냉각수로 급속냉각 동결(-15°C~-20°C)시켜, 박편기(Yamata frozen microtome, Japan)로 박편을 만들어 광학현미경(Olympus B×50)으로 백김치의 미세구조를 관찰하고, color video printer(Sony UP-5500, Japan)를 이용하여 촬영하였다.

전자현미경에 사용된 시료는 광학현미경 관찰 시료와 동일한 줄기부분을 식물조직 절단용 칼로써 박편으로 절단한 다음 급속동결시켜, 조제한 생배추 및 백김치 시료를 알루미늄 시료대에 얹어서 고정시킨 후에 Ion sputter(Hitachi, E-1030)를 이용하여 platinum-pladium(Pt-Pd)으로 진공증착시키고, 주사형 전자현미경(scanning electron microscope, SEM, Hitachi S-4000形, Japan)으로 20KV에서 미세구조의 변화를 관찰하였다.

또한 백김치의 식이섬유를 Prosky-AOAC법을 일

부 개량한 효소증량법(22)에 의해 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유로 분획하고, 숙성 중 백김치 식이섬유의 형태 변화를 위의 주사형 전자현미경으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

보수력

보수력(water holding capacity, WHC)은 식이섬유의 화학적 구조 특성(23), 침지수용액의 pH와 침지 온도(19), 침지시간(24), 입자의 크기(25,26) 뿐만 아니라 분쇄된 식이섬유의 모양(27) 등 다양한 조건에 따라 차이를 나타내게 된다. 본 연구에서는 숙성온도에 따른 보수력의 변화를 생체내 pH를 모방하여 측정하였다. 즉, 위(胃)의 pH를 모방한 pH 2, 그리고 장내 pH를 모방한 pH 6의 조건에서 보수력의 변화를 측정하였다. 또한 온도는 체온을 모방하여 37°C에서 보수력을 측정하였다. 백김치 동결건조분말을 사용하여 보수력을 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 5°C에서 숙성시킨 백김치의 보수력은 건조분말 g당 10g정도 였고, 백김치의 보수력은 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하는 패턴을 보였으며, pH 2에서의 보수력보다 장내 조건인 pH 6에서 더 높았다. pH에 의한 보수력을 측정된 보고(28)에 의하면 peanut hull은 산성 조건에서 최대의 보수력을 가지고 pH가 높아짐에 따라 보수력이 저하하고, 밀기울은 pH에 의해 보수력에 큰 변화가 없으며, coconut

residue와 같이 약산성에서 최대의 보수력을 나타내고 pH가 높아져도 낮아져도 보수량이 저하하지 않는 등 식이섬유의 보수력에 대한 pH의 영향은 일정하지 않다고 알려져 있다.

25°C 백김치의 경우는 pH에 의한 보수력의 변화가 뚜렷하지 않아 두가지 pH 조건에서 거의 비슷한 수준을 나타냈다. 숙성초기와 숙성말기를 비교하여도 거의 완전한 변화를 보였다. 따라서 비교적 고온조건이라고 볼 수 있는 25°C에서 저장한 백김치의 보수력은 5°C의 경우에 비하여 숙성기간과 pH에 의한 영향을 적게 받았다

부피형성능

숙성온도에 따른 백김치의 부피형성능(settling volume, SV)의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 식이섬유의 부피형성능은 체내의 대장에서 변이 일정한 부피를 가지도록 하며, 그 결과 변이 대장을 자극하여 변통을 원활하게 해주는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(11). 백김치 부피형성능의 변화는 5°C 백김치의 경우가 25°C보다 숙성진행에 따라 많은 증가현상을 보였다. 숙성 6일째는 건조시료 1g당 약 40ml의 부피형성능을 나타내었고, 그 후로도 계속 완만한 증가를 보였으며, pH 6에서의 부피형성능이 pH 2보다 증가하였다. 이것은 백김치가 숙성되면서 배추조직이 느슨해져 일정한 공간을 확보하고 유지하는 조직변화의 결과로 생각된다. 그러나 생배추의 경우는 pH에 따른 부피형성능의 차이를 보이지 않았다. 25°C 백김치는 발효 7일째까지는 부피형

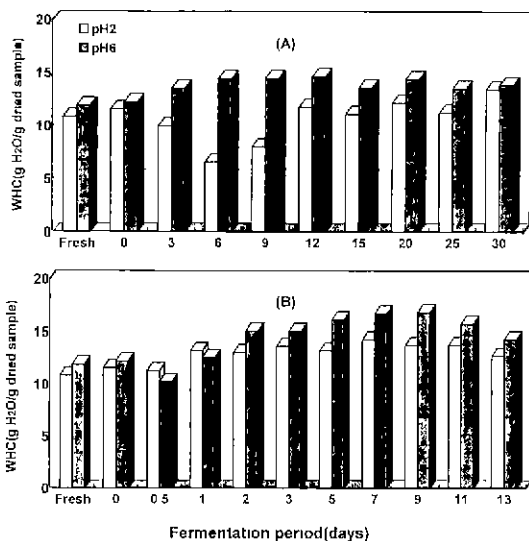


Fig. 1. Variation of water holding capacity(WHC) of Baik-kimchi during fermentation. A: Samples fermented at 5°C B: Samples fermented at 25°C

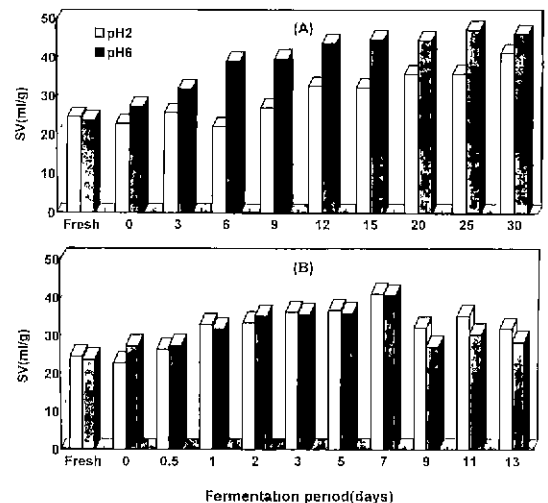


Fig. 2. Variation of settling volume(SV) of Baik-kimchi during fermentation. A: Samples fermented at 5°C B: Samples fermented at 25°C.

성능이 점차 증가하는 경향을 보였고 pH의 영향은 거의 나타나지 않았다. 그러나 숙성말기인 7일 후에는 오히려 감소경향을 나타내었는데, 이러한 현상은 숙성 중 연부현상이 일어나서 백김치의 조직이 파괴되어 일정한 부피형성능을 유지할 수 없는 상태로 되었기 때문이라 생각된다.

**흡유력**

백김치 동결건조시료를 사용하여 흡유량(oil adsorption capacity, OAC)을 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 5°C와 25°C의 백김치 모두 숙성이 진행됨에 따라 흡유력은 점차 증가 경향을 보였으며, 5°C에서 숙성시킨 백김치가 25°C에 비해 흡유력이 조금 많았다. 즉, 생배추의 흡유력이 6.95g였는데 비하여, 5°C 백김치는 제조 직후 7.15g, 숙성 30일째 8.23g까지 증가하였다. 25°C 백김치는 5°C에 비해 흡유력이 대체로 적어서 3일째가 7.87g이고 11일째는 7.61g로 조금 감소하는 경향을 보였다.

식이섬유의 흡유력도 여러가지 조건에 의해 변화하는데 (29), 탈지된 쌀겨의 경우 2.62g, 밀기울 식이섬유 2.94g, 옥수수 식이섬유 1.82g, cellulose 2.82g으로 백김치는 이들 곡류 식이섬유의 흡유력에 비하여 비교적 높은 값을 보였다.

**미세구조의 변화**

백김치의 여러가지 물리화학적 특성과 미세구조와의 관계를 규명하고자 숙성 중 백김치의 미세구조변화 및 식이섬유의 형태변화를 관찰하였다

5°C에서 숙성시킨 백김치의 줄기부분 중 목질부의 형태를 광학현미경을 통하여 관찰하였다(Fig. 3) 백김치의 목질부는 유세포에 둘러싸여 있고, 그 절단면은 둥글고 속이 빈 원통모양을 하고 있었다 또한 목질부의 절모양은 골이 패인 듯한 평면적이고 단편적 구조의 관찰은 가능했으나, 상세한 미세구조의 관찰은 이루어

지지 않았다.

Fig. 4는 5°C(위)의 9일째, 25°C(아래)의 3일째 시료의 줄기부분을 절단하여 유세포 부분을 광학현미경으로 배율을 높여가며 관찰한 것이다. 5°C 백김치의 경우 유세포의 배열이 조직적이며 서로 단단히 밀집해 있고, 크기가 일정하며 타원형의 형태를 갖추고 있다. 반면에 25°C 백김치의 절단면의 경우에는 5°C에 비해 유세포가 조금 느슨한 조직형태와 불규칙한 세포배열을 보여주고 있으며, 세포가 부풀어져 있음을 보여주고 있다 25°C 백김치가 5°C 백김치의 유세포보다 느슨하고 불규칙한 형태를 이루고 있는 것은 비교적 고온에서의 발효가 원인이 되어 백김치의 조직이 변화된 것으로 짐작된다. 이 등(30)은 60°C 및 80°C의 증류수에 담구어 5분간 데침과정을 거친 배춧잎의 미세구조는 데침에 의하여 유세포구조가 다소 변형되어 쭈그러짐을 볼 수 있으며, 데침의 온도가 높을수록 변형이 다소 커졌음을 관찰하였다.

광학현미경을 사용한 백김치 유세포의 관찰은 단시평면적인 관찰에 지나지 않아 주사형 전자현미경을 사

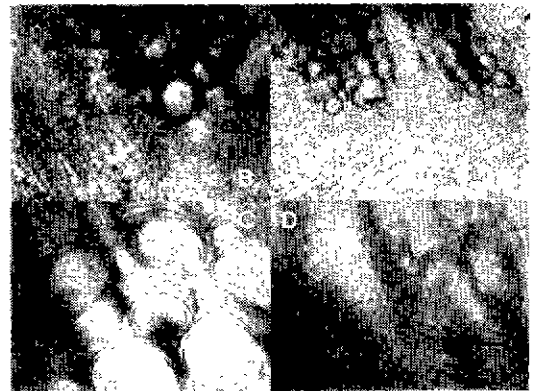


Fig 3. Microscopic xylem patterns on cul profile of Baik kimchi stalk fermented at 5°C. A. Magnification ×100, B. Magnification ×200 C. Magnification ×400, D. Magnification ×1,000

Table 1. Changes of oil adsorption capacity(OAC) in Baik-kimchi during fermentation at 5°C and 25°C (g/g dried sample)

	Fresh	Fermentation period(days)									
		0	3	6	9	12	15	20	25	30	
OAC at 5°C	6.95±0.06	7.15±0.11	7.69±0.25	7.16±0.24	7.92±0.03	8.00±0.13	8.36±0.06	8.55±0.02	8.60±0.12	8.23±0.06	
	Fresh	Fermentation period(days)									
		0	0.5	1	2	3	5	7	9	11	
OAC at 25°C	6.95±0.06	7.15±0.11	7.48±0.05	7.79±0.11	7.81±0.07	7.87±0.05	7.53±0.14	7.79±0.25	7.49±0.23	7.61±0.16	

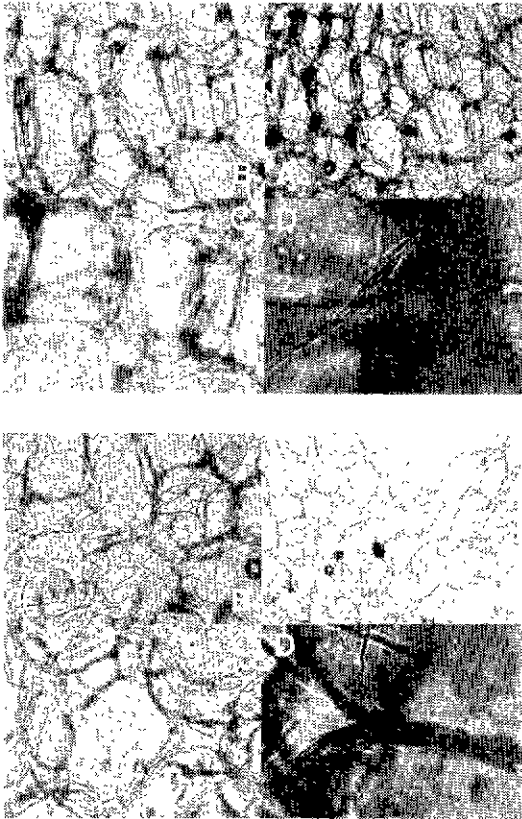


Fig. 4. Microscopic parenchyma cell patterns on cut profile of fermented Baik-kimchi stalk at 5°C (up) and 25°C(down).  
 A: Magnification ×100, B: Magnification ×200  
 C: Magnification ×400, D: Magnification ×1,000

용하여 시료의 미세구조를 상세히 관찰하였다. 배추잎의 미세구조는 밀집된 유관속 조직주위에 유세포가 쌓여 있는 형태로 절임이나 테침과정에서 주로 유세포가 변형되며 유관속 세포의 변형은 크게 나타나지 않았다는 이 등(30)의 연구에 착안하여, 백김치 줄기부분의 유세포와 유관속세포 중 목질부로 구분하여 각각 형태변화를 관찰하였다.

Fig. 5는 5°C에서 3일, 9일, 12일, 15일, 20일 그리고 25일간 숙성시킨 백김치의 목질부를 관찰하였다. 숙성 초기 시료인 3일째 백김치 목질부의 구조는 거의 변형이 되지 않고 단단하게 정돈된 형태를 보이고 있다. 9일째 및 12일째 백김치는 목질부가 다소 헐거워진 모양을 하고 있지만 일정한 공간을 보유하고 있었다. 이 같은 구조는 앞에서 언급한 보수력과 부피형성능을 잘 설명해 주고 있는 구조라 생각된다. 숙성이 진행됨에 따라 목질부의 조직이 느슨해지고 세포간 결합물질이 조직에서 빠져나가 용수철이 늘어난 모양을 하고 있는

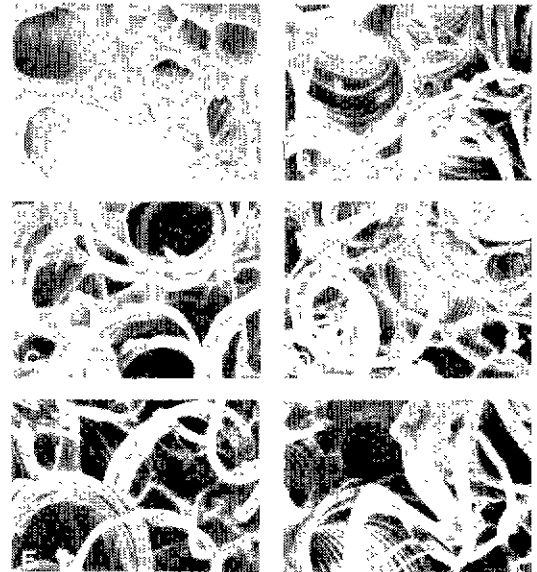


Fig. 5. Microstructure of xylem in stalk of Baik-kimchi fermented at 5°C by SEM(M×1,000).  
 A: Fermented Baik-kimchi on day 3  
 B: Fermented Baik-kimchi on day 9  
 C: Fermented Baik-kimchi on day 12  
 D: Fermented Baik-kimchi on day 15  
 E: Fermented Baik-kimchi on day 20  
 F: Fermented Baik-kimchi on day 25.

것이 확인되었으며, 숙성 20일째가 지나면서 이러한 현상이 급격하게 나타남을 알 수 있다. 이들 목질부의 숙성 중 형태변화를 종합해 보면 숙성초기의 단단한 구조에 비해 느슨한 구조는 좀 더 큰 공간을 차지함으로써 부피형성능을 크게 하며, 그 느슨해진 틈은 보수력을 높이는 구조라 생각된다. 따라서 이러한 세포의 구조적 형태변화는 숙성에 따른 보수력과 부피형성능의 증가를 가져다 주는 것을 뒷받침하고 있다.

Fig. 6은 생배추와 염장배추 그리고 25°C의 백김치의 절단면 중 유관속의 목질부를 관찰한 것으로 생배추의 목질부는 단단한 조직이 질서정연하게 배열되어 있으나, 절인 배추의 경우에는 세포막의 수분이 빠져나가 목질부가 수축해 세포벽이 두꺼워져 있다 25°C 백김치는 5°C 백김치의 경우보다 빠른 속도로 구조의 변형을 나타내고 있고, 숙성 3일째 백김치의 목질부는 생배추보다는 조금 느슨한 구조를 유지하고 있었다. 숙성 5일째를 지나면서 목질부가 점점 헐거워지고 용수철구조가 풀어지는 현상을 보이고, 9일째의 백김치는 매우 헐어진 구조를 나타냈다. 이러한 구조적 변화와 백김치의 숙성 중 보수력 및 SV 변화와 관련지어 볼 때 숙성 3일째에는 보수력과 SV가 증가하다가 9일째를 지나면 점차 감소하는 경향을 보이는데, 이는 적당

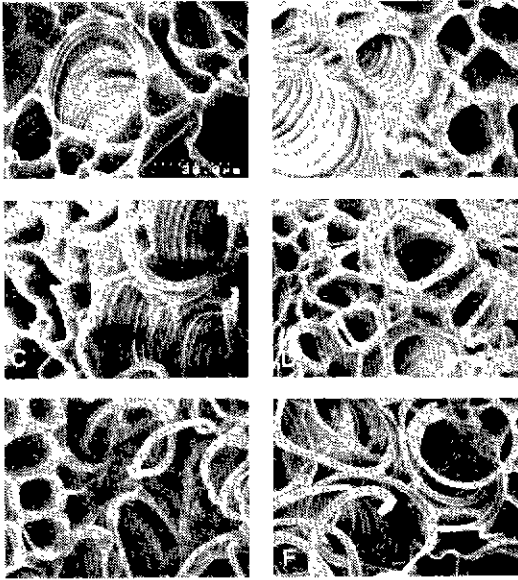


Fig. 6 Various xylem patterns of microstructure in Baik-kimchi products by SEM(M×1,000).

- A: Fresh cabbage, B: Salted cabbage  
 C: Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 3  
 D: Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 5  
 E: Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 7  
 F: Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 9.

히 느슨해진 구조가 일정한 부피의 보수력을 최대한 보유하는데 기여하는 것으로 생각된다. 비교적 숙성온도가 고온인 25°C에서의 숙성 중 구조적 변화는 5°C 백김치에 비해 빨리 진행되었는데 이러한 고온이 세포 구조 변화에 영향을 미친 것으로 추측할 수 있다.

Fig. 7은 5°C에서 숙성된 백김치의 유세포조직을 관찰한 것으로 숙성초기의 유세포는 고유의 세포모양을 유지하고 있음을 보여주고 있으나, 숙성이 진행됨에 따라 유세포가 찌그러지고, 25일째는 세포의 모양을 알아볼 수 없을 정도로 많이 변형되어 있다. 숙성 9일째 유세포의 형태는 세포의 고유한 형태를 유지하고 있었고, 증엽의 구별이 없어지고 세포막이 겹쳐져 있으나, 세포가 일정한 공간을 유지하고 있는 것은 보수력이나 부피형성능을 크게 하는 구조라고 생각된다. 5°C 숙성 15일째, 20일째, 25일째의 백김치 유세포의 형태가 점점 평면적으로 변하고 있으며 세포벽이 없어져 일정한 공간을 보유하지 않고 있다. 유세포의 숙성중의 변화가 앞에서 보여준 목질부에 비해 뚜렷이 구분되는 것은 유세포의 조직자체가 무드러워서 변형이 쉽게 일어났기 때문으로 생각된다. 이러한 유세포의 형태변화는 류등(8)은 김치 숙성과정 중 펙틴의 분해효소들에 의한 수용성 펙틴의 증가와 관련지어 보고하고 있다.

생배추, 열장배추 및 25°C에서 숙성시킨 백김치의

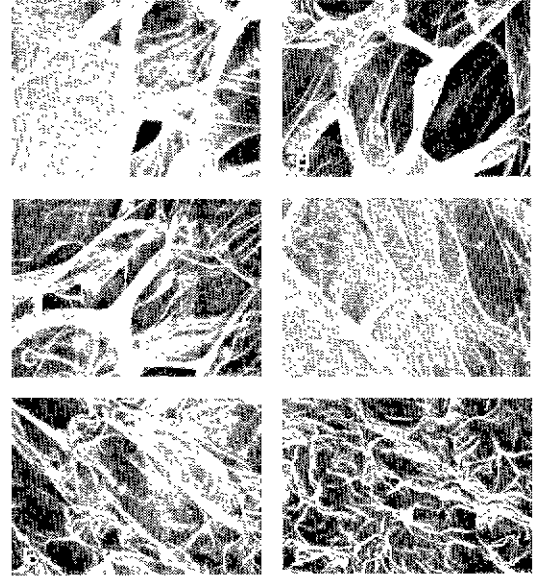


Fig. 7. Microstructure of parenchyma cell in stalk of fermented at 5°C Baik-kimchi by SEM(M×300).

- A: Fermented Baik-kimchi on day 3  
 B: Fermented Baik-kimchi on day 9  
 C: Fermented Baik-kimchi on day 12  
 D: Fermented Baik-kimchi on day 15  
 E: Fermented Baik-kimchi on day 20  
 F: Fermented Baik-kimchi on day 25

유세포조직을 Fig. 8에 각각 나타냈다 목질부와 마찬가지로 시간이 경과함에 따라 유세포의 변형이 가속화 되어 9일째의 유세포는 기본형태의 세포를 알아볼 수 없게 되었다. 5°C 백김치의 유세포 변화와는 달리 숙성이 진행되면서 세포벽이 찌그러지는 현상과 세포벽이 붕괴되는 것이 특징이었다. 비교적 고온에서의 숙성이어서 9일째의 유세포는 세포벽이 겹쳐지고 두꺼워졌으며, 세포벽의 붕괴가 두드러졌다. 보수력과 SV가 생배추에 비해 증가한 백김치의 유세포구조를 보면 세포의 변형이 거의 보이지 않고 일정한 공간을 유지하고 있었는데, 이러한 구조가 일정한 보수력을 확보하고 SV를 증가시키는 것으로 생각할 수 있다. 3일째 이후의 백김치 보수력과 SV의 감소 현상은 세포벽이 찌그러지고 파괴된 세포의 구조 변화로 설명할 수 있다.

#### 식이섬유의 형태변화

생배추와 백김치의 숙성 중 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유의 형태변화를 주사형 전자현미경으로 관찰하였다. Fig. 9은 생배추와 백김치의 수용성 식이섬유 형태변화를 나타내고 있다. 생배추, 5°C 및 25°C에서 숙성시킨 백김치의 수용성 식이섬유는 외형적으로는 메끄러운 것과 과립형태의 것으로 구별되는데, 백

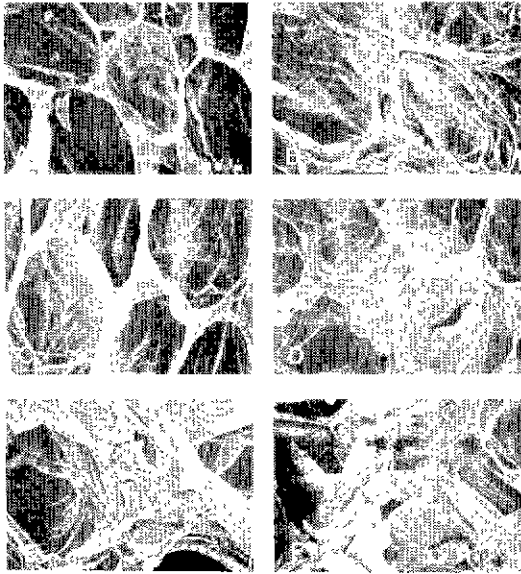


Fig. 8. Microstructure of parenchyma cell patterns of fermented Baik-kimchi stalk compared with those of fresh cabbage stalk by SEM(M×1,000).  
 A Fresh cabbage, B Salted cabbage  
 C Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 3  
 D Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 5  
 E Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 7  
 F Fermented(25°C) Baik-kimchi on day 9

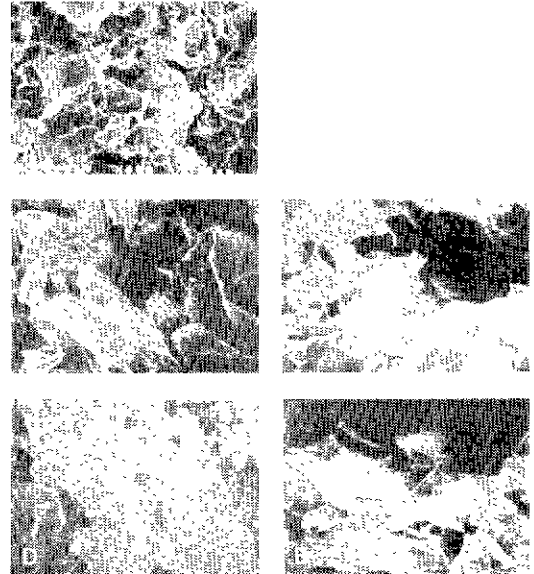


Fig. 10. Structure of insoluble dietary fiber(IDF) in Baik-kimchi products observed by SEM(M×400).  
 A: Fresh cabbage  
 B Baik-kimchi fermented at 5°C(day 12)  
 C: Baik-kimchi fermented at 5°C(day 25)  
 D: Baik-kimchi fermented at 25°C(day 3)  
 E Baik-kimchi fermented at 25°C(day 9)

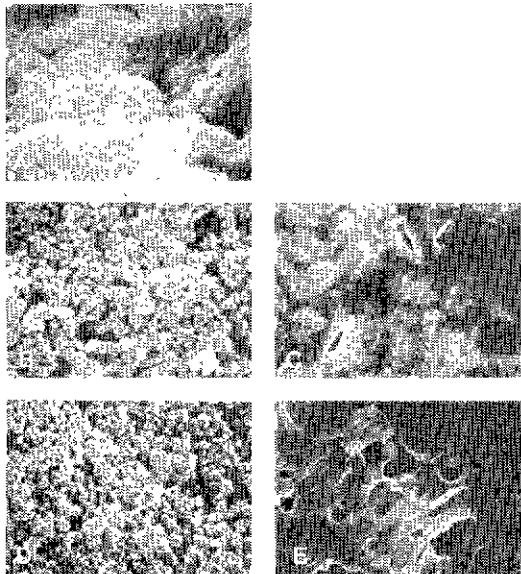


Fig. 9. Structure of soluble dietary fiber(SDF) in Baik-kimchi products observed by SEM(M×1,000).  
 A: Fresh cabbage  
 B Baik-kimchi fermented at 5°C(day 12)  
 C: Baik-kimchi fermented at 5°C(day 25)  
 D: Baik-kimchi fermented at 25°C(day 3)  
 E: Baik-kimchi fermented at 25°C(day 9)

김치의 숙성이 진행됨에 따라 일정한 과립형태에서 겔 형태로의 변화가 관찰되었다.

Fig. 10은 생배추와 온도조건을 달리하여 숙성시킨 백김치에 함유되어 있는 불용성 식이섬유의 형태를 나타내었다. 시료간의 뚜렷한 형태적 변화는 보이지 않지만, 생배추의 불용성 식이섬유는 조직이 두껍고 불투명한 반면, 5°C와 25°C 백김치의 경우 불용성 식이섬유가 얇고 투명한 것을 알 수 있다. 5°C에서 숙성시킨 25일째 백김치의 불용성 식이섬유가 9일째보다 조직이 얇아진 것이 관찰되었고, 25°C의 경우도 5°C와 같은 경향이였다. 이와같은 불용성 식이섬유의 두께와 투명도의 차이는 숙성이 진행되면서 조직이 연해지고 물러지는 현상과 관련되어 있는 것으로 생각할 수 있다.

요 약

부재료의 종류가 단순하고 덜 자극적인 백김치의 물리화학적 특성을 구명하기 위하여 각각 5°C와 25°C에서 숙성시키면서 보수력, 부피형성능, 흡유력 등을 시험하였다. 또한 이들 특성과 백김치 숙성 중 조직변화와의 관계를 밝히기 위해 미세조직의 변화와 숙성 중 식이섬유의 형태변화를 주사형 전자현미경으로 비교 관찰하였다. 백김치의 보수력을 pH 2와 pH 6에서

측정했을 때, 5°C에서 숙성시킨 경우는 6.51~14.58g/g 건조시료로 숙성시간에 따른 차이를 보였으나, 25°C의 경우는 10.18~16.79g/g 건조시료로써 전체적으로 보수량의 변화폭은 적었다. 그리고 pH에 의한 보수력의 변화는 pH 6에서 대체로 높은 경향을 나타냈다. 또한 보수력의 경우와 같은 조건에서 측정된 부피형성능은 35~40ml, 흡유력은 7.15~8.60g의 범위로 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하는 경향을 나타낸 다음, 일정수준을 유지하다가, 점차 감소하는 경향을 보였다. 백김치의 미세구조는 목질부파 유세포로 나누어 주사현 전자현미경으로 관찰한 결과, 5°C에서 숙성시킨 백김치 미세구조의 변형보다 25°C의 백김치에서 더 많은 구조의 변화를 보였다. 한편 생배추와 백김치의 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유의 형태를 비교한 결과, 5°C 및 25°C 숙성 백김치의 수용성 식이섬유는 파편형에서 표면이 매끄러운 겔상태로 형태적인 변화가 뚜렷했으나, 불용성 식이섬유는 숙성기간에 따른 외관적인 변화는 심하지 않았다.

## 문 헌

- Pilch, S M . Physiological effects and health consequences of dietary fiber. FDA, Washington, D C., p.112(1987)
- 厚生省保健醫療局健康増進栄養課監修 . 第五次改定日本人の栄養所要量 第一出版, 東京, p.59(1994)
- 황선희 : 한국인 상용식품의 식이섬유 함량분석과 한국남자대학생의 식이섬유 섭취현황 평가. 숙명여자대학원 박사학위논문(1994)
- 이규한, 박미아, 김을상, 문현경 . 한국인의 식이섬유소 섭취량에 대한 연구. 한국영양식량학회지, **23**, 767(1994)
- 송영옥, 김은희, 김명, 문정원 : 어린이 김치의식에 관한 실태조사(1)-김치 선호도에 관한 조사 한국영양식량학회지, **24**, 758(1995)
- 송영옥, 김은희, 김명, 문정원 : 어린이 김치의식에 관한 실태조사(1)-김치섭취에 대한 의식 및 섭취실태. 한국영양식량학회지, **24**, 765(1995)
- 유은주, 신발식, 전덕영, 홍은호, 임현숙 . 마늘 첨가량을 달리한 김치의 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, **4**, 59(1988)
- 류복미, 전영수, 문갑순, 송영선 : 멸치 첨가 김치의 숙성중 펙틴 함량, 효소 활성, 조직감과 미세구조의 변화. 한국영양식량학회지, **25**, 470(1996)
- 이용호, 이혜수 : 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화. 한국조리과학회지, **2**, 54(1986)
- 박진영, 하정옥, 이숙희 : 김치재료 및 김치의 식이섬유와 조섬유 함량연구. 한국영양식량학회지, **25**, 69(1996)
- 奥恒行, 山田和彦, 細谷政政 : 白ネズミ消化管に及ぶフルランならびにセルロースの影響. 栄養と食糧, **32**, 235(1979)
- Cummings, J. H., Bingham, S. A., Heaton, K. W. and Eastwood, M. A. : Fecal weight, colon cancer risk, and dietary intake of nonstarch polysaccharides(dietary fiber) Gastroenterology, **103**, 1783(1992)
- 中路重之, 村上秀樹, 田村研, 岩根 覚, 福田眞作, 太田昌徳, 棟方昭博, 吉田豊 : 便秘の對するcelluloseの效果に關する檢討-便の貨測調査より-. 日本消化器病學會誌, **86**, 2104(1989)
- Saito, T., Hayakawa, T., Nakamura, K., Takuta, T., Suzuki, K. and Imami, S. : Fecal output, gastrointestinal transit time, frequency of evacuation and apparent excretion rate of dietary fibers in young men given diets containing different levels of dietary fibers. *J. Nutr Sci Vitaminol*, **37**, 493(1991)
- 太田昌徳, 石黒昌生, 岩根 覚, 中路重之, 佐野正明, 土田成紀, 相 尺中, 吉田豊 . 大腸疾患者における食物纖維攝取量の検討. 日本消化器病學會誌, **82**, 51(1985)
- Brikner, H. J. and Kritchevsky, D. : *In vitro* absorption of bile salts to food residues, salicylazosulfapyridine, and hemicellulose. *Gastroenterology*, **67**, 237(1974)
- 有塚 勉, 武田秀敏, 桐山修八 : 酵素處理によるビトファイバの水中沈定 體積變化とアマランス毒性阻止能との關係 農化, **66**, 719(1992)
- 문수경, 류홍수 . 백김치 숙성중 식이섬유 및 펙틴질의 함량변화. 한국식품영양과학회지, **26**, 1006(1997)
- McConnell, A. A., Eastwood, M. A. and Mitchell, W D . Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *J. Sci. Food Agric*, **25**, 1457(1974)
- Middleton, H. E. and Byers, H. G. : The settling volume of soils. *Soil Sci.*, **37**, 15(1934)
- Lin, M J Y, Humbert, E S. and Sosulski, F. W. . Certain functional properties of sunflower meal products. *J. Food Sci.*, **39**, 368(1974)
- Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W. and Furda, I . Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products : Inter-collaborative study. *Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**, 1071(1988)
- Robertson, J. A. and Eastwood, M. A. : An investigation of the experimental condition which could affect water holding capacity of dietary fiber. *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 819(1981)
- 강태순, 윤형식 . 채소류의 식이섬유 함량의 함량과 물리적 특성 한국영양식량학회지, **16**(3), 49(1987)
- Sosulski, F. W. and Cadden, A. M. : Composition and physiological properties of several sources of dietary fiber *J. Food Sci.*, **47**, 1472(1982)
- Stephan, A. M. and Cummings, J. H. ' Water-holding by dietary fiber *in vitro* and its relationship to fecal output in man. *Gut*, **20**, 722(1979)
- Raspher, V. F. : Chemical and physical properties of dietary cereal fiber. *Food Technol.*, **33**, 40(1979)
- Parrott, M. E. and Thall, B E . Functional properties of various fibers- Physical properties. *J. Food Sci.*, **43**, 759(1978)
- Ashida, Y., Saito, Y., Kawato, A. and Imayasu, S : Physical and chemical properties of dietary fiber prepared from rice bran. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*. **66**, 1233(1992)
- 이철호, 황인주, 김정교 : 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구. 한국식품과학회지, **20**, 742(1988)