

전분질첨가 김치의 숙성 중 물리적 및 미생물학적 특성의 변화

이귀주 · 한정아

고려대학교 사범대학 가정교육과

Changes in Physical and Microbial Properties of Starchy Pastes Added *Kimchi* during Fermentation

Gui Chu Lee and Jung Ah Han

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

Abstract

Wheat flour and glutinous rice pastes added *Kimchi* were fermented at 10°C for 14 days. The numbers of total viable microorganisms and lactics were counted. Textural property by compression force and relevant changes in pectic composition were determined. Other physical properties such as color and viscosity of *Kimchi* juices were evaluated. Regarding the microorganism counts, the total cell counts of all *Kimchi* samples increased until 5th days but thereafter all decreased during fermentation. The number of lactics showed same tendency in all *Kimchi* samples. The compression force of control, wheat flour paste added *Kimchi* (WHFP-*Kimchi*) and glutinous rice paste added *Kimchi* (GLRP-*Kimchi*) decreased up to 72.6%, 77.0%, 66.5% respectively. During fermentation, hot water soluble pectin (HWSP) increased, whereas sodium hexametaphosphate soluble pectin (HXSP) and HCl soluble pectin (HCISP) decreased. The red chromaticity of all *Kimchi* juices decreased. The viscosity of all *Kimchi* samples decreased in the order of GLRP-*Kimchi*, WHFP-*Kimchi* and control.

Key word: physical properties, fermentation, *Kimchi*, starchy paste, microbial properties

I. 서 론

김치는 첨가되는 재료(주재료, 부재료, 향신료, 조미료, 젓갈류)의 종류와 담금방법 그리고 발효온도와 저장온도에 따라 맛과 품질이 다르다¹⁾. 김치의 품질은 물리적, 화학적 및 관능적 품질로 구분되는데 물리적 특성은 배추김치의 조직감, 김치액의 점도 그리고 색깔을 포함한다. 특히 김치의 조직감은 한국인의 조직감 표현에 관한 연구²⁾에서 중요한 품질요소인 것으로 보고되었다. 김치의 부재료가 김치 발효 및 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 보고된 바 있다^{3,4,5,6)}. 이들 부재료 중 곡류로서는 찹쌀풀과 밀가루풀의 형태로 가정에서 배추김치, 총각김치, 갯김치, 부추김치, 고들빼기 김치, 파김치 등에 이용되고 있다⁷⁾. 따라서 본 연구에서는 찹쌀풀과 밀가루풀과 같은 전분질을 첨가하여 김치를 담그고 발효과정 중 미생물수의 변화와 배추김치의 조직감, 김치액의 점도와 색상등 물리적 특성 변화와 펙틴분해를 실시하여 비교하므로써 전통적 김치담금법의 과학적 분석을 연구목적으로 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 김치의 재료 및 담그기

본 실험에 사용된 재료는 배추(중량 2.5~3.0 kg), 파, 마늘 및 생강등을 서울 성북구 보문시장에서 실험 당일 신선한 것을 구입하였으며 고춧가루는 태양초를 건조분말화한 것을, 젓갈은 멸치액젓(하선정 종합식품, 식염함량 24±1%)을, 소금은 천일염을 사용하였다.

통배추를 다듬어 1/4로 절단하여 10% 소금물에 3시간 동안 절인 후 깨끗이 헹구어 1시간 물기를 뺀다음 잎과 줄기를 분리하여 3×4 cm의 크기로 잘라 시료별로 동량씩 담고 다음 Table 1과 같은 비율로 배합하였다. 각 시료들을 100 g씩 나누어 각각 polyethylene bag에 넣은 후 다시 플라스틱통에 담아 10°C±1°C의 항온기에 14일간 저장하였다. 찹쌀풀 및 밀가루풀의 비율은 이 등의 방법을 참고로하여 각각 40 g을 20 mL의 더운물에 용해시킨 뒤 식힌 후에 일정량을 양념들과 같이 첨가하였다.

Table 1. Ingredient ratios of various Kimchi

Kimchies Ingredients	Control	Wheat flour paste addd Kimchi	Glutinous rice paste added Kimchi
Salted Korean cabbage	100	100	100
Green Onion	2	2	2
Galic	2	2	2
Ginger	1	1	1
Red pepper powder	2	2	2
Salted anchovy juice	5	5	5
Glutinous Rice paste	0	0	2.5
Wheat Flour paste	0	2.5	0

Table 2. Conditions for texture mesurement by Texture Analyser

Probe	Compression anvil
Load cell pressure (kg full scale)	50
Pre-test speed (mm/sec)	1.0
Test speed (mm/sec)	1.7
Post-speed (mm/sec)	9.0
Clearnace (cm)	0.5 (50% deformation)

2. 조직감의 측정

김치의 숙성과정 중 조직감의 변화를 알아보기 위해 배추 줄기의 중앙부분을 3×4 cm로 자른 후 TA-XT2 Texture Analyser를 사용하여 compression force를 측정하였다. 측정조건은 Table 2와 같다.

3. 펙틴질의 분획

펙틴질은 알콜에 불용성인 수용성 식이섬유에 속하므로 펙틴질의 분석에 앞서 AOAC⁹⁾(AOAC, 1990) 방법에 따라 AIS(Alcohol Insoluble Solids)를 만들었다. AIS 0.5 g을 취하여 증류수, sodium hexametaphosphate, HCl 등을 용매로 하여 각각 열수가용성 펙틴(Hot water soluble pectin, HWSP), 인산 가용성 펙틴(Sodium hexametaphosphate soluble pectin, HXSP), 염산가용성 펙틴(HCl soluble pectin, HCISP)을 분획하였다.

HWSP, HXSP, HCISP의 분획물을 각각 1 mL씩 취하여 시험관에 넣고 여기에 conc H₂SO₄ 6 mL씩을 첨가하여 끓는 수조에서 10분간 가열하였다. 냉각 후 각 시험관에 carbazole reagent(0.15 g의 carbazole을 100 mL의 absolute ethanol에 녹인 것)을 0.5 mL씩 첨가하였다. 각 pectin용액을 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. Blank test는 absolute ethanol을 사용하였다.

4. 색도의 측정

김치의 액을 4점의 거즈로 여과한 후 다시 What-

man No. 2 여과지로 여과하고 spectrophotometer를 사용하여 486 nm에서 흡광도를 측정하였다¹⁰⁾.

5. 점도의 측정

각 김치의 액을 4점의 거즈로 거른 후 20 mL를 취하여 점도계(RION Viscotester VT-03, JIS Z 8809) 3번 추를 이용하여 측정하였다.

6. 미생물수의 측정

총균수는 김치액 1 mL를 0.85% NaCl이 함유된 식염수에 10배로 희석한 후 plate count agar(Difco)를 이용하여 희석액 0.2 mL씩을 plate spreading method로 접종한 후 37°C에서 24시간 배양하고 총균수를 계수하였다.

젖산균수는 총균수측정과 함께 희석한 김치액을 Tomato juice agar(Difco)배지에 0.2 mL씩 도말, plate spreading method로 접종한 후 30°C에서 24시간 배양하고 젖산균수를 계수하였다.

7. 통계 처리

실험결과는 SAS Program을 이용하여 Analysis of Variance로 분석을 하고 시료간의 유의차는 Duncan's multiple range test를 이용하여 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 기계적 조직감의 변화

대조군과 전분플 첨가군들의 숙성기간 중 김치조직의 견고성(hardness)의 변화를 기계적으로 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 김치를 담근 첫날 모든 시료의 hardness는 5.06~5.92 kg의 범위였으며 숙성이 진행되면서 계속 감소하는 경향을 보여 발효 14일에는 대조군은 72.6%, 밀가루플 첨가군은 77.0%, 찹쌀플 첨가군은 66.5%로 감소하였다. 숙성 제 5일과 제 7일을 제외하고 전 발효기간에서 대조군이 가장 높은 값을 보였으며 전분플 첨가에 따른 차이를 비교해보면 전 발효기간을 통해 찹쌀플 첨가군이 밀가루플 첨가군보다 더 높은 견고성을 보였다.

이를 pectin질 함량변화와 비교해보면 수용성 펙틴질인 HWSP 함량의 변화는 밀가루플 첨가군, 찹쌀플 첨가군, 대조군의 순으로 증가하였으며 protopectin을 나타내는 HCISP의 함량변화는 대조군보다 밀가루플 첨가군, 찹쌀플 첨가군이 많이 감소하여 발효기간 중 조직감변화가 대조군>찹쌀플 첨가군>밀가루플 첨가군의 순으로 기계적 조직감 변화와 일치되는 양상을 보였다.

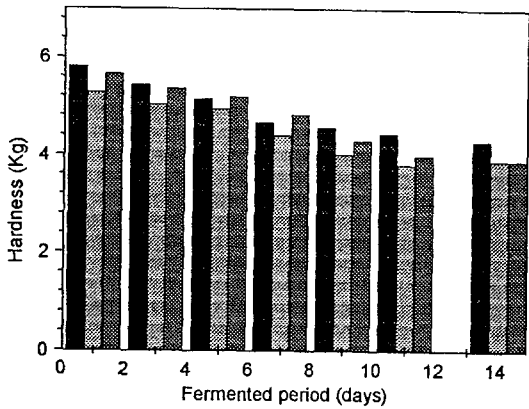


Fig. 1. Changes in hardness of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. ■-Control Kimchi, ▨-WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ▩-GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

본 실험에서는 조직감을 compression force로 측정하였으나 류 등¹¹⁾은 멸치첨가 김치의 숙성과정에서 조직감의 변화를 알아보기 위해 관통시험과 절단시험을 실시한 결과 숙성이 진행될수록 관통력의 값은 감소하였으나 절단시험의 경우 숙성이 진행될수록 절단력이 증가되었다고 보고하였다. 이에 대해 이 등¹²⁾은 배추는 열질임에 의해 배추잎 세포 내부의 공기의 제거와 수분 용출에 따라 세포벽이 찌그러지고 포개지게 되므로 단일면적에 걸리는 섬유소의 밀도가 증가하여 이것이 절단강도를 증가시키는 것이라고 설명하고 있다.

2. Pectin질의 변화

식물의 조직감과 관련된 펙틴질은 수분 보유능력을 갖으며 1차 세포벽과 중엽층(middle lamella)의 주성분으로 유세포를 결합시키고 식물조직의 기계적 강도를 부여해 주는데 기여하므로 숙성중 식물조직의 변화는 펙틴질 함량 및 펙틴상호전환에 의해 영향을 받는다¹³⁾. 김치는 숙성중 조직이 연화되기 때문에 김치의 펙틴조성은 숙성기간중 변화하게 된다.

전분질을 첨가한 김치 발효과정 중 HWSP(hot water soluble pectin), HXSP(sodium hexametaphosphate soluble pectin), HCISP(HCl soluble pectin)의 함량변화는 Fig. 2와 같다.

김치 숙성 중 methoxyl 함량이 많은 HWSP의 함량은 밀가루첨가군, 찹쌀첨가군, 대조군의 순으로 모두 증가하였고 methoxyl기의 함량이 비교적 적은 HXSP의 함량은 밀가루첨가군, 찹쌀첨가군, 대조군의 순으로 감소하였다. Protopectin의 함량을 나타내는 HCISP의 변화는 세 group 모두에서 감소하였다.

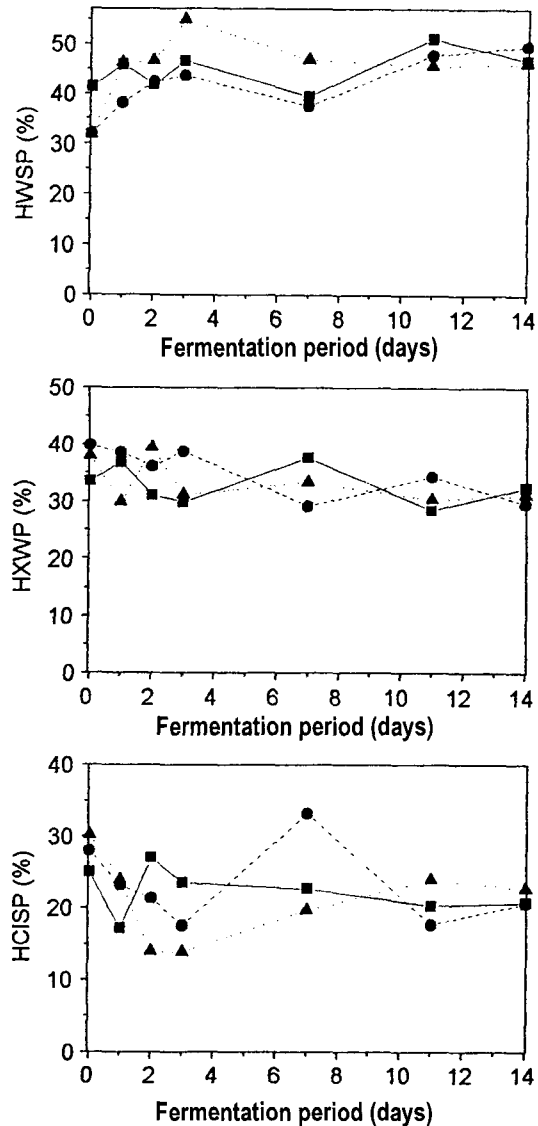


Fig. 2. Changes in pectin concentrations of various Kimchi samples during fermentation at 10°C. HWSP: hot water soluble pectin, HXSP: sodium hexameta phosphate soluble pectin, HCISP: HCl soluble pectin, —■— Control Kimchi, ...●... WHFP: wheat flour paste added Kimchi, ...▲... GLRP: glutinous rice paste added Kimchi.

이는 김치의 숙성 중 세포막 사이에 존재하는 protopectinase, pectin esterase, polygalacturonase 등의 효소작용으로 protopectin이 수용성 pectin으로 분해되어 수용성 펙틴질인 HWSP의 함량은 증가하고 protopectin인 HCISP 함량은 감소하기 때문이다. 이러한 펙틴질의 변화는 김치에서뿐 아니라 무나 오이지의

숙성과정에서도 같은 경향을 보인다¹⁴⁾. 그러나 최근 문 등¹⁵⁾은 국물이 많은 백김치의 경우 숙성중 펙틴질 함량변화는 HCISP함량이 가장 많았고 HWSP 함량이 가장 적었으며 HWSP는 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소한다는 상반된 결과를 발표했다.

본 연구에서는 전분폴 첨가 김치가 대조군에 비해 HWSP의 함량이 높고 HCISP의 함량이 낮게 나타났다.

3. 색도의 변화

모든 시료의 숙성과정중 김치액의 적색도정도의 변화는 Table 3과 같다.

대조군은 담근 직후 흡광도가 1.940에서 발효 14일 후에는 0.290으로, 밀가루폴 첨가군은 0.948에서 0.265로, 찹쌀폴 첨가군은 1.295에서 0.302로 세 시료 모두 시간이 지남에 따라 흡광도가 점차 감소하는 경향을 보였다. 제 11일을 제외한 전 발효기간 동안 대조군이 가장 높은 흡광도를 보였으며 밀가루폴 첨가군, 찹쌀폴 첨가군의 순으로 감소하였다. 류 등¹⁶⁾은 멸치가루와 생멸치를 첨가한 김치를 분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정하였을 때 숙성 2주째부터 carotenoids에 의한 빛의 흡수가 나타났으나 3, 4주로 접어들면서 흡광도가 감소하였는데 이는 숙성초기에는 고춧가루가 배추잎에 스며들면서 carotenoid에 의한 흡광도가 높아졌지만 산에약한 carotenoid가 숙성말기에는 감소되기 때문으로 설명하고 있다.

4. 점도의 변화

대조군과 밀가루폴, 찹쌀폴을 첨가한 김치를 10°C에서 발효시키면서 김치액점도의 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 찹쌀폴 첨가군의 점도는 담근 첫날 289 mPa·s에서 발효 말기 113.1 mPa·s로 가장 높게 나타났다으며 그 다음이 밀가루폴 첨가군이고 전분폴을 첨가하지 않은 대조군의 점도는 담근 첫날 201 mPa·s에서 발효 말기 98 mPa·s로 가장 낮았다.

한 등¹⁷⁾은 당의 종류를 달리하여 김치의 점도를 측정한 결과에서 점성물질의 본성은 glucose를 단위체

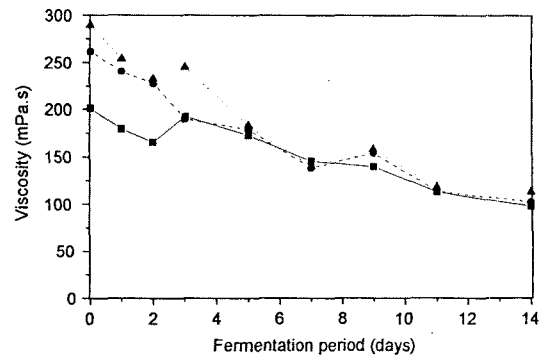


Fig. 3. Changes in viscosity of various *Kimchi* juices during fermentation at 10°C. —■—Control *Kimchi*, ---●---WHFP: wheat flour paste added *Kimchi*, ...▲...GLRP: glutinous rice paste added *Kimchi*.

로한 다당류인 dextran이며 이 dextran 생성에는 glucose 보다는 sucrose가 더 효과적이라고 보고하였다. 또 김치에서 점성물질이 생성되는 것은 균수에 의한 차이가 아니라 점성물질 생성조건에 의한 것이라고 보고하였다. 본 실험에서는 발효가 진행됨에 따라 김치액의 점도가 감소하였으며 이는 안 등¹⁸⁾의 젓갈과 chitosan 첨가 김치가 시료모두 발효 중 점도가 감소했다는 결과와는 같은 경향이나 절임 농도 및 침지온도를 달리한 김치시료에서 발효중 점도를 측정한 김 등¹⁹⁾의 연구에서는 발효가 진행되면서 점도가 약간씩 증가하여 본 결과와는 상반되었는데 이에대해 김 등¹⁹⁾은 김치가 발효되면서 김치액의 점도가 약간씩 증가하는 것은 발효가 진행될수록 용출된 고형분의 양이 증가되기 때문이라고 보고하였다.

5. 총균수의 변화

김치의 숙성은 저장온도, 염농도, 첨가한 부재료등 여러 가지 변화요인에 의해 크게 좌우되는 복합발효과정으로 다양한 미생물의 연속적인 작용에 의해 진행된다. 평판한천배지(Plate count agar)를 사용하여 측정한 총균수의 변화는 Fig. 4와 같다. 김치를 담근 첫

Table 3. Changes in red color* of *Kimchi* juice from various *Kimchi* samples during fermentation at 10°C

F.P. (days) Samples	0	1	2	3	5	7	9	11	14
Control	1.940	0.425	0.392	0.455	0.583	0.442	0.356	0.311	0.290
WHFP	0.948	0.390	0.337	0.430	0.383	0.351	0.319	0.300	0.265
GLRP	1.295	0.402	0.363	0.342	0.331	0.289	0.301	0.366	0.302

F.P.: Fermentation Period.

WHFP: wheat flour paste added *Kimchi*.

GLRP: glutinous rice paste added *Kimchi*.

color*: O.D. at 486 nm.

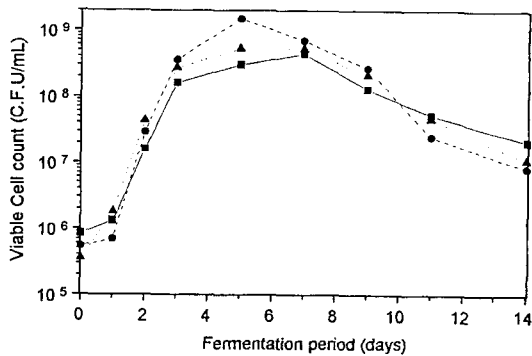


Fig. 4. Changes in total viable cell count of various *Kimchi* samples during fermentation at 10°C. —■— Control *Kimchi*, ...●...-WHFP: wheat flour paste added *Kimchi*, ...▲...-GLRP: glutinous rice paste added *Kimchi*.

날에는 대조군의 총균수가 8.4×10^5 cfu/mL로 가장 높았으나 점차 숙성이 진행되면서 전분질을 첨가한 시료들의 총균수가 급증하였다. pH 4.0-4.5 사이로 발효 적숙기로 생각되는 5일에는 밀가루풀 첨가군의 총균수가 1.5×10^9 cfu/mL로 가장 높았으며 이런 경향은 발효 9일까지 계속되다가 제 11일부터 전분풀 첨가군들에서 총균수의 급격한 감소로 발효말기에는 대조군에서의 총균수가 다시 가장 높게 나타났다. 세 시료군 모두 최적숙기인 발효 제 5일까지 총균수가 증가하다가 그 이후 감소하였는데 이는 생성된 산에 의해 미생물의 생육이 저해되었기 때문으로 보인다²⁰⁾. 박 등²¹⁾은 염농도를 달리해 제조한 김치에서 염농도가 높을수록 고농도의 염에 의한 미생물 사멸 효과로 인해 총균수의 수가 적었으며 10°C 보다는 0°C에 저장한 경우가 미생물의 생육이 느리게 관찰되었다고 한다. 또한 손 등²²⁾은 보존제를 첨가하지 않고 제조한 대조군 김치에서의 총균수가 chitosan이나, acetic acid, Na-benzoate 등의 보존제를 첨가한 김치에서보다 더 높게 나타났다고 보고하였다.

이상의 연구에서 숙성이 빨리 진행될수록 총균수의 수가 급증함을 알 수있으며 본 실험의 결과도 같은 경향을 나타내었다.

6. 젖산균수의 변화

김치 발효에 가장 큰 영향을 미치는 젖산균수는 발효초기에 급격히 증가하였다가 산도의 증가에 의해 서서히 감소하게 된다²³⁾. 이러한 젖산균수는 김치의 발효양상에 따라 분포형태가 각기 다르며 김치의 맛과 저장성에 영향을 미치게 된다. 민 등²³⁾김치 발효가 고온, 저식염농도에서 빨리 진행되며 김치 발효에 관

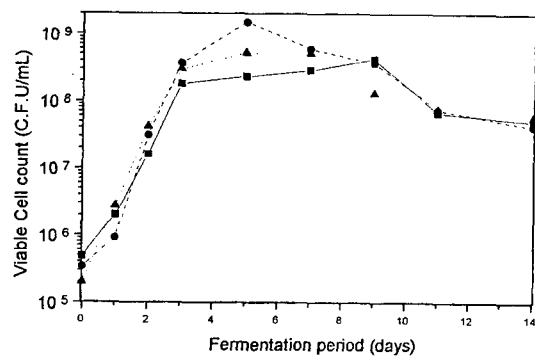


Fig. 5. Changes in lactic acid bacteria cell count of various *Kimchi* samples during fermentation at 10°C. —■— Control *Kimchi*, ...●...-WHFP: wheat flour paste added *Kimchi*, ...▲...-GLRP: glutinous rice paste added *Kimchi*.

여하는 주 미생물은 *Leu. mesenteroids*이고 *Leu. mesenteroids*가 감소하는 때에 나타나는 *Lac. plantarum*은 김치의 숙성 보다는 산패에 더 관련이 있다고 보았다.

Tomato juice agar배지에서 측정된 젖산균수의 변화는 Fig. 5와 같다.

대조군은 담근 직후 4.8×10^5 cfu/mL에서 발효 3일에 1.8×10^8 cfu/mL로, 밀가루풀 첨가군은 3.4×10^5 cfu/mL에서 3.7×10^8 cfu/mL으로, 찹쌀풀 첨가군은 2.0×10^5 cfu/mL에서 3.0×10^8 cfu/mL으로 세 시료군 모두 발효초기에 젖산균이 급격히 증가하기 시작하여 5일 이후 감소함으로써 전형적인 젖산균의 소장 경향을 따르고 있다. 담근 첫날 대조군에서의 젖산균수가 4.8×10^5 cfu/mL로 가장 높았으나 숙성이 진행되면서 전분풀 첨가군에서의 균수가 급격히 증가함을 관찰할 수 있었다. 발효 1, 2일에는 찹쌀풀 첨가군에서 더 높은 젖산균수를 보이고 있으나 3일 이후부터 최적숙기인 5일에 밀가루풀 첨가군이 1.5×10^9 cfu/mL로 가장 높은 젖산균수를 나타내었으며 5일이 지나면서는 세 시료군 모두 감소하였다.

본 실험에서 발효적숙기(pH 4.3 근처, 산도 0.5% 근처)라고 여겨지는 발효 5일의 젖산균수가 세 시료군 모두 최대로 나타났으며 그 때의 총균수와도 일치하였다.

요 약

전분질을 첨가하지 않은 대조군과 밀가루풀 첨가군, 찹쌀풀 첨가군의 세 시료를 10°C에서 2주간 저장하고 발효과정중 미생물 수 그리고 김치의 조직감과 김치액의 점도, 색상등의 변화를 측정된 결과는 다음

과 같다. 배추조직의 견고성(hardness)은 숙성이 진행될수록 세 시료군 모두 감소하였는데 대조군값이 가장 높았고 밀가루풀 첨가군이 가장 낮았다. 펙틴질 분획 결과 발효가 진행되면서 HWSP는 밀가루풀 첨가군>참쌀풀 첨가군>대조군의 순으로 모두 증가하였고 HCISP는 밀가루풀 첨가군>참쌀풀 첨가군>대조군의 순으로 모두 감소하였다. 김치액의 적색도는 발효기간 동안 세 시료군 모두 감소하였으며 김치액의 점도 역시 참쌀풀 첨가군>밀가루풀 첨가군>대조군의 순으로 모두 감소하였다. 총균수 및 젖산균수는 발효초기 세 시료 모두 점차 증가하다가 pH 4.0-4.5 사이의 최적속기인 발효 5일째 밀가루풀 첨가군에서의 균수가 가장 높게 나타났으며 5일 이후로는 세 시료군 모두에서 감소하였다. 이로부터 전분풀의 첨가는 김치의 발효를 촉진시키며 밀가루풀이 참쌀풀보다 발효가 더 빨리 일어난다는 것을 알 수 있다.

참고문헌

- 김명희, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙: 재료를 달리 한 김치의 품질. 한국영양식량학회지, 16: 258-277 (1987).
- 이철호, 박상희: 한국인의 조직감 표현 용어에 관한 연구. 한국식품과학회지, 14(1): (1982).
- 홍완수, 윤선: 열처리 및 저자유의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21(3): 331-374 (1989).
- 장경숙, 김미정, 김순동: 인삼첨가가 배추김치의 보존성과 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 24(2): 313-322 (1995).
- 정미은, 이해준, 우순자: 새우젓 및 참쌀풀 첨가가 김치 발효 중 저급 질소화합물 함량에 미치는 영향. 한국생활문화학회지, 9(2): 125-130 (1994).
- 박혜진, 한영실: 갖의 첨가가 김치의 품질과 관능적 특성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 23(4): 618-624 (1994).
- 이성우: 중, 한, 일에서의 김치의 변천과 교류에 관한 연구. 한국식량영양학회지, 4(1): 71 (1975).
- 이형옥, 이해준, 우순자: 참쌀풀 및 새우젓 첨가가 김치 발효 중 총 유리아미노산, 총 Vitamin C 및 환원형 Ascorbic acid의 함량변화에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 10(3) (1994).
- A.O.A.C: Alcohol Insoluble Solids in peas. 4: 538 (1980).
- 이현덕, 이철호: 추출조건에 따른 고추 수용액의 가용성 성분의 변화. 한국식생활문화학회지, 11(3): (1996).
- 류복미, 진영수, 문갑순, 송영선: 멸치 첨가 김치의 숙성중 펙틴함량, 효소활성, 조직감과 미세구조의 변화. 한국영양식량학회지, 25(3): 470-477 (1996).
- 이희섭, 이철호, 이귀주: 배추의 염장과정중 성분 변화와 조직감의 변화. 한국조리과학회지, 3: 64 (1987).
- Schwimmer, S.: Part VII. Enzyme action and the textural quality of foods in source books of food enzymology, pp. 512 (1981).
- 박미원, 박용곤, 장명숙: 담금방법을 달리한 오이지의 숙성중 펙틴질의 변화, 한국영양식량학회지, 24(1): 133-140 (1995).
- 문수경, 류홍수: 백김치 숙성 중 식이섬유 및 펙틴질의 함량변화. 한국식품영양과학회지, 26(6): 1006-1012 (1997).
- 류복미, 진영수, 송영선, 문갑순: 멸치를 첨가한 김치의 물리화학적 및 관능적 특성. 한국영양식량학회지, 25(3): 460-469 (1996).
- 한영숙, 우경자, 박영희, 이태녕: Sucrose를 첨가한 김치의 발효시 생성되는 점성물질의 본성에 대하여. 한국식품영양과학회지, 26(2): 198-202 (1997).
- 안선정, 이귀주: 김치의 발효과정 중 펙틴질과 조직감의 변화에 대한 젓갈과 Chitosan첨가의 영향. 한국조리과학회지, 11(3): 309-315 (1995).
- 김우정, 구경형, 조한옥: 김치의 절임 및 숙성과정 중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 20(4): (1988).
- 신동화, 김문숙, 한지숙, 임대관, 박완수: 시판 김치의 발효 온도별 성분과 미생물 변화. 한국식품과학회지, 28(1): 137-145 (1996).
- 박완수, 이인선, 한영숙, 구영조: 분리 저장한 절임배추와 김치숙을 이용한 김치의 제조. 한국식품과학회지, 26(3): 231-238 (1994).
- 손유미, 김광옥, 전동원, 경규향: Chitosan과 다른 보존제첨가에 따른 김치의 저장성 향상. 한국식품과학회지, 28(5): 886-896 (1996).
- 민태익, 권태완: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16(4): (1984).

(1998년 5월 22일 접수)