

재활용 절임수로 제조한 배추 김치의 특성

윤혜현 · 이숙영
경희대학교 조리과학과

Quality Characteristics of baechu Kimchi Salted with Recycled Wastebrine

Hye Hyun Yoon and Suk-Young Lee
Department of Culinary Science and Arts, Kyung Hee University

Abstract

In the Kimchi manufacturing industry, the process of brining baechu produces a vast amount of high salinity waste water. To study if this brine can be recycled, the quality characteristics of Kimchi salted by waste brine (F), which was used five times successively, was compared with those salted using water after recycling filtration through sand (F1) and activated carbon (F2) columns. No significant difference in the salinity and soluble solid contents, during fermentation at 10°C was observed among the samples, but the salinity and soluble solid contents of the F-sample were slightly higher than in the control. The F1 and control Kimchi showed similar pHs and titratable acidities, while the F-Kimchi had a lower pH and a higher acidity during fermentation. The numbers of total viable cells were highest in the F, and lowest in the F2-Kimchi, while the counts of lactic acid bacteria were lowest in the F-Kimchi. The sensory tests for appearance, odor, taste and overall acceptance showed that the F-Kimchi was the least desirable, the F2-Kimchi had lower sour odor and taste, and a higher toughness, than the others. The F1- and control Kimchi had similar sensory grades for appearance, odor, and tastes, and there were no significant difference in the overall acceptance, showing the possibility of recycling wastewaters as brine for the production of baechu Kimchi.

Key words: waste brine, Kimchi, recycle, sensory characteristics

1. 서 론

김치는 절인 배추나 무 등의 주원료에 각종 양념을 혼합하여 일정기간 발효 숙성시켜 독특한 풍미를 갖는 우리나라 고유의 발효식품으로 전통적으로 각 가정에서 제조하여 자가 소비되어 왔다. 김치가 가정단위의 제조형태에서 기업적으로 생산되기 시작한 것은 6.25 전쟁 이후 군납 급식용이었고, 1960년대 후반에는 파월 장병용으로, 70년대에 들어와서 각종 대규모 공장의 증가로 단체 급식 물량이 많아지면서부터 급격하게 성장하였다. 1인당 김치소비량은 매년 약간의 감소추세가 보이고 있으나 여성의 사회참여·경제활

동의 증가, 외식산업의 성장, 주거환경의 변화, 학교·기업체 등의 단체급식 증가, 식생활에서의 편리성 추구 경향 등 경제·사회 및 식문화의 변화로 상품김치의 수요는 급격히 증가하고 있으며 수출도 증가하여 2001년 수출 물량은 23,785톤으로 90년대 이후 급격하게 증가하는 추세이다¹⁻³⁾.

김치제조는 주재료의 소금 절임과정으로 시작되는데 김치 공장의 소금 절임과정과 세척과정에서 고염도의 폐염수와 재활용이 가능한 세척수가 대량으로 배출되고 있다^{4,5)}. 현재 일부 큰 공장을 제외한 대부분의 김치제조공장은 규모가 영세하여 절임 공정 중 절임 후 발생하는 폐염수를 폐수 처리하였음에도 불구하고 폐염수 내의 염농도가 높기 때문에 미생물의 생태 변화를 일으켜 토양과 수자원을 오염시킬 우려가 있으며⁶⁾ 제조 공장이 대체로 청정지역에 위치하고 있어서 환경오염 예방이 더욱 필요하다. 또한 절임을 위

Corresponding author: Hye Hyun Yoon, Kyung Hee University,
1 Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-701, Korea
Tel : 82-2-961-9403
Fax : 82-2-964-2537
E-mail : hhyun@khu.ac.kr

해 사용한 염수를 재활용하지 않고 그대로 버릴 경우 천일염과 공업용수 등의 유가자원을 낭비하게 되므로 전체적인 생산성의 저하를 가져오게 된다^{7,8)}.

지금까지 보고된 배추의 절임공정에 관련된 연구들은 주로 배추의 절임 조건에 관한 연구⁹⁻¹²⁾, 절임 배추 및 김치의 저장 및 포장 방법에 따른 품질 변화¹³⁻¹⁶⁾에 대하여 이루어졌으며 배추절임 시 생성된 폐염수를 처리하여 재사용 횟수를 늘리는 방안에 대한 연구는 미미한 상태이다. 본 연구에서는 김치 제조 과정에서 절임수를 5회 반복하여 사용할 경우 5회 반복 사용 절임염수와 전보¹⁷⁾에서 제안한 가는 모래와 활성탄에 의해 여과처리로 재생된 재활용수를 절임수로 사용하였을 때 김치의 품질 특성에 차이가 있는지 알아보고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

배추는 강원도 둔내에서 생산한 고랭지 배추(품종: 강력)로서 포기 중량이 약 2 kg인 것을 구입하여 사용하였다. 소금은 천일염(NaCl 80%)을, 마늘, 파, 생강, 고춧가루(피산농협), 멸치액젓(하선정식품) 등의 양념은 농협에서 구입하였다.

2. 김치 제조 공정

배추를 다듬은 후 4등분하여 배추 1kg 당 3kg의 절임수(16.7% 염도)에 잠기도록 하여 4시간 동안 한 번 뒤집으며 절임하였다. 절임수는 수돗물로 만든 대조군 염수(control), 5회 반복 사용 절임 염수(F), 5회 절임을 가는 모래관에 여과시킨 처리수(F1), 5회 절임을 가는 모래관 통과 후 다시 활성탄관에 통과시킨 처리수(F2)에 천일염을 넣어 각각 염도를 일정하게(16.7%) 맞추어 사용하였다(Fig. 1)¹⁷⁾. 절임 후 절임수와 동량의 물로 3회 행구고 30분간 탈수하여 2~4cm로 세절한 후 100g씩 칭량하여 양념(고춧가루 2.3g, 마늘 1.5g, 생강 0.4g, 파 3.1g, 멸치액젓 3.0g)을 섞어 김치를 제조하였다. 제조된 김치는 진공포장필름으로 밀봉한 후 10℃ incubator(Vision Scientific Co. Ltd., VS 8480SR, Korea)에서 숙성시키면서 실험에 사용하였다.

3. 염도와 가용성 고형물의 함량 측정

제조한 김치 시료는 waring blender로 마쇄 후 거르기로 여과하여 얻은 각 시료액의 염도와 가용성 고형물 함량을 각각 염도계(saltmeter, Demetra Model TM-30D, Takemura Electric Works Ltd, Japan)와 굴절당도계

(Refractometer, N-1E, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

4. pH 및 적정산도 측정

김치액의 pH는 pH meter(8521, Hanna, Singapore)로 측정하였으며 적정산도는 착즙액 10 mL에 pH meter 전극을 담그고 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 lactic acid(% w/w)로 환산하였다¹⁸⁾.

5. 총균수 및 젖산균수

시료김치 착즙액 1mL를 취하여 단계적으로 적절히 희석한 후 총균수는 Plate Count Agar(Merck), 젖산균수는 MRS Agar(Difco Lab) 배지를 이용하여 3개 반복으로 30℃에서 48시간 평판 배양한 후, 생균수와 젖산균수를 계측하여 평균값을 취하였다.

6. 관능검사

대조군 염수, 5회 반복사용 절임염수, 5회 사용 절임수를 가는 모래와 활성탄으로 처리한 처리수로 제조한 김치를 10℃에서 숙성시키면서 최적 숙성시기인 7일째(pH 4.2)에 관능검사를 실시하였다. 관능검사는

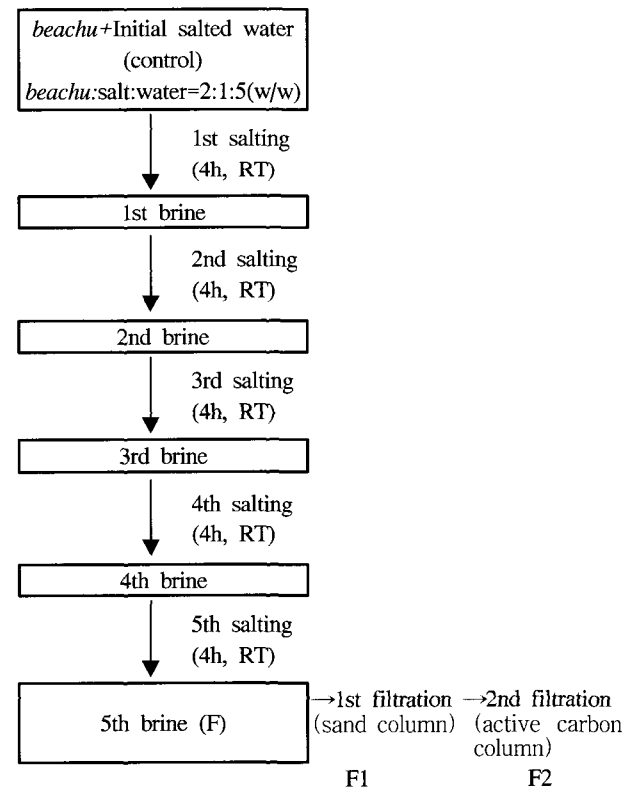


Fig 1. Diagram of 5-successive brine salting of Chinese cabbage (baechu) and two-step waste brine filtration process

원은 김치에 관심이 있는 대학원생 12명으로 구성하였으며, 각 시료 2~3 조각을 백색 사기접시에 담아 생수와 함께 제공하였다. 평가방법은 선척도(10cm)에 의하여 외관, 냄새, 맛, 질감에 대해 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하였고, 마지막으로 전체적 기호도를 평가하였다. 결과는 Window 용 SPSS 프로그램 (version 10.0)으로 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위분석(multiple range test)을 실시하여 통계처리하였다¹⁹⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 김치의 염도와 가용성 고형물

김치 절임 공정에서 배출되는 폐절임염수의 재활용을 위해 대조군염수(control), 5회반복사용절임수(F), 5회사용절임수를 가는 모래관을 통과시킨 1차 처리염수(F1), 5회사용절임수를 가는 모래관과 활성탄관을 연속으로 통과시킨 2차처리수(F2)로 절임한 김치 시료들을 10℃에서 저장하면서 측정한 염도의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 김치의 염도는 숙성 기간 동안 시료사이에 큰 차이는 보이지 않았으며, 비슷한 경향으로 숙성 7일경에 2.3~2.5%로 가장 낮은 염도를 나

타내다가 약간 증가하여 숙성 20일에는 시료 모두 2.7~2.8% 정도의 염도를 나타내었다. 대체로 5회 사용 염수김치(F)가 다른 시료들 보다 약간 높은 염도를 나타내었고, 숙성 적기인 7일에는 모두 약 2.4%의 염도를 나타내었다. 박 등의 보고¹⁹⁾에 의하면, 김치의 숙성 과정 중 초기에는 3.3%에서 저장 기간 1일에 2.0%까지 감소하고 그 후는 약간씩 증가하는 것으로 나타났고, 숙성 기간 중 다소 변화가 나타났으나 2.5%의 수준을 나타낸다고 하였다.

Fig. 3은 시료 김치의 숙성기간에 따른 가용성고형물 함량의 변화를 나타낸 것이다. 김치 제조 1일에는 대조군염수로 담근 김치 8.2°Brix, 5회 절임수로 담근 김치 9.5°Brix, 여과 처리한 재활용수로 담근 김치는 각각 7.5(F1, 1차 여과)와 8.0(F2, 2차 여과)°Brix로 5회 사용 절임수로 담근 김치의 가용성고형물함량이 가장 높았고, 20일의 숙성기간 중 F 시료의 고형물 함량이 대체로 가장 높은 결과를 나타내었다. 이는 5회 반복 절임과정 중에 절임 염수로 용출된 가용성고형물들의 농도가 높아(18°Brix¹⁷⁾) 배추로부터 당류, 유기산, 염류들의 용출이 적고, 배추보다 높은 가용성 고형물농도에 의해 배추로 염류와 당류 등이 일부 유입되었기 때문으로 추측된다.

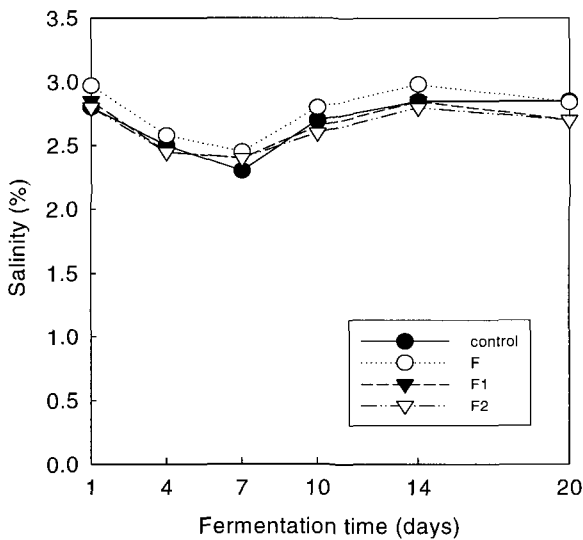


Fig. 2. Changes in salinity of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10℃.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

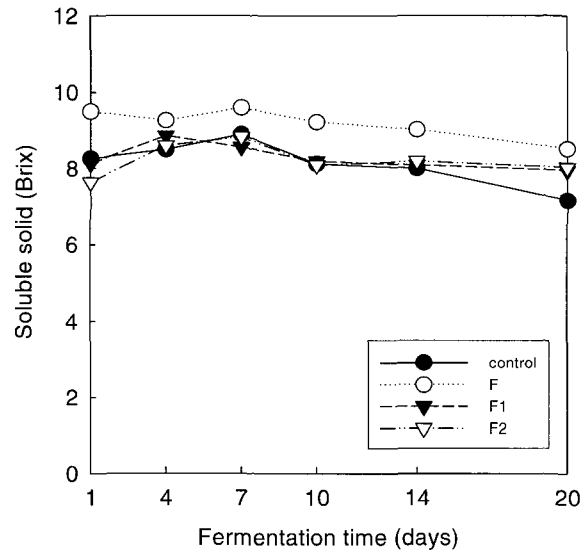


Fig. 3. Changes in soluble solid contents of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10℃.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

2. pH 및 적정산도

네 가지 절임염수(control, F, F1, F2)로 절임한 김치의 숙성기간 동안의 pH 변화는 Fig. 4와 같다. 초기의 pH는 모두 약 pH 6.0 정도이다가 숙성 7일에 대조군과 1차(F1)와 2차 여과처리군(F2)은 pH 4.2를 나타내었고, 5회사용절임수 김치(F)는 약간 낮은 pH 4.1로 더 빠르게 감소하였다. 숙성 10일까지 대조군과 F1, F2시료는 pH 감소가 거의 비슷한 반면, 5회반복사용 절임수를 사용한 김치(F)는 더 낮은 pH를 나타내었고, 숙성 14일 이후에는 대조군과 F1 시료는 거의 같은 속도로 감소하여 숙성 20일에 pH 4.0으로 감소한 반면 F 시료는 숙성 20일에 pH 3.8로 감소하였고, F2는 가장 높은 pH 4.1을 나타내었다. F 시료는 5회 반복 사용 절임 염수에 염도를 맞추어 사용한 절임수로 절인 김치로 반복 사용에 의해 당류와 유기산이 축적되어 다른 시료보다 빠르게 발효됨으로써 pH가 낮아진 것으로 추측된다. 1차여과로 모래관과 2차 여과처리인 활성탄관을 통과시킨 재생수로 절임한 김치인 F2 시료가 가장 숙성 속도가 느렸다. 활성탄을 통과한 이 염수의 pH가 8.0717)로 약 알칼리성을 나타내었는데, 이는 입상 활성탄을 800℃에서 활성화시키는 과정 중

MgO, CaO 및 NaO 등의 염기성 산화물이 생기기 때문인 것으로 해석된다²⁰⁾. 즉, 칼슘염을 첨가한 시료가 대조군보다 pH 감소가 느려지는 것은 칼슘이온이 김치의 숙성을 느리게 하기 때문이라는 보고²¹⁾에 비추어 볼 때 활성탄의 염기성 산화물들이 수용액과 만나 이온화되어 수산기를 생성하여 알칼리성을 띄게 되고 2가 양이온은 김치의 숙성을 지연시키는 요인이 되는 것으로 추측된다.

Fig. 5는 김치 시료의 적정산도를 나타낸 것으로, pH 결과와 같은 경향으로 김치가 숙성됨에 따라 유기산이 생성되어 20일까지 계속 증가하는 경향을 보인다. 5회 절임수로 담근 김치(F)가 숙성 7일째 0.8%의 젖산함량으로 가장 빠른 속도로 증가하고 F1과 F2시료는 비슷하게 0.75%를, 대조군 김치는 0.69%로 가장 낮은 산도를 보였다. 이러한 경향은 숙성 14일까지 비슷하다가 이 후 대조군 김치의 숙성이 빨라져 숙성 20일에는 F, 대조군, F1, F2의 순서로 산도가 낮아졌다. 반복 사용한 염수로 제조한 김치가 더 높은 산도를 나타내는 이유는 가용성 고형물의 함량이 높을수록 생성되는 산이 많아 산도가 높아진다는 보고²²⁾와 일치하는 결과이다. 적정산도와 pH 변화를 관찰한 결과 5회반복사용 염수 김치는 대조군에 비해 빠르게 숙성

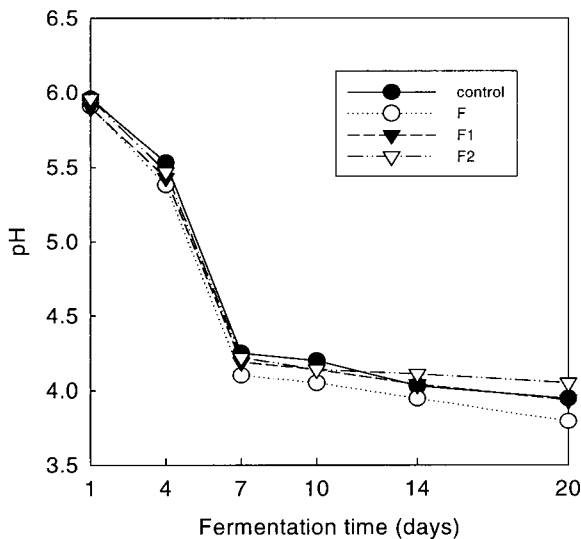


Fig. 4. Changes in pH of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10℃.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

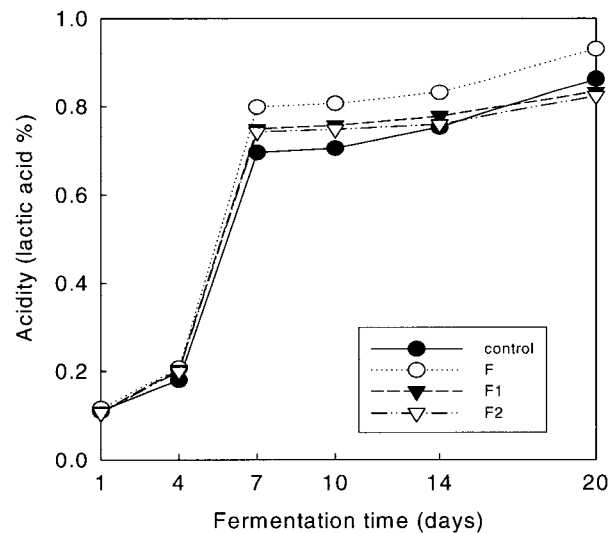


Fig. 5. Changes in titratable acidity of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10℃.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

한 반면, 여과처리염수를 재활용하여 절임수로 사용한 경우 대조군과 거의 비슷한 값을 나타내어 폐염수를 간단한 모래관이나 활성탄으로 처리한 후 절임수로 재사용하는 것이 가능함을 보여주었다.

3. 미생물 수의 변화

폐염수 재활용이 배추김치의 총균수 변화에 미치는 영향은 Fig. 6과 같다. 네 가지 김치의 숙성 중의 총균수 변화는 이미 보고된 김치 결과²³⁾와 비슷하여 숙성 적기인 7일까지 균수가 급격하게 증가하다가 이후 감소하는 변화를 나타내었다. 숙성 4일째부터 5회사용염수 김치(F)의 미생물수가 가장 높았는데, 이는 5회 반복사용에 따른 당류나 염류 등 유기물의 축적으로 미생물의 번식이 촉진된 것으로 생각된다. 또한, 염수 반복사용에 따라 염수의 총균수도 비례적으로 증가하였다는 보고¹⁷⁾에 의해 염수 자체의 미생물수 차이에 의해 김치의 미생물수가 달라졌음을 생각할 수 있다. 숙성 7일째부터 20일 까지 2차처리수 김치(F2)의 균수가 가장 낮은 것은 pH와 적정산도의 변화와 같은 양상을 보였다. 젖산균수의 변화(Fig. 7)를 살펴보면 총균수에 비해 낮지만 거의 같은 변화 형태를 보이고 있다. 즉, 네 가지 김치 모두 숙성 적기인 7일째에 최

고의 젖산균수를 보이다가 이후 서서히 감소하는 변화를 나타내었다. 대조군과 F1김치는 거의 비슷한 젖산균수의 변화를 나타내어 위의 pH와 산도의 결과에서와 같이 F1김치는 대조군과 매우 비슷한 발효 속도를 보이고 있는 것으로 해석된다. F김치의 경우 숙성 7일 이후 총균수는 가장 높았지만 김치 발효의 주요 미생물인 젖산균은 가장 낮은 것으로 나타났다.

4. 관능평가

절임 용수로서 5회사용 폐염수, 1차 처리수, 2차 처리수 및 대조군(수돗물)을 사용하여 절임한 배추김치 시료의 숙성 적기(대조군의 pH 4.2)로 보이는 7일째의 시료를 관능 평가한 결과는 Table 1과 같았다. 김치의 외관은 5% 유의수준에서 시료 사이의 차이가 뚜렷하여 1차 처리수(F1)김치가 가장 높았고, 다음이 2차 처리수김치와 대조군김치이며 5회 반복사용염수김치(F)가 가장 낮은 외관 점수를 나타내었다. 신냄새는 F시료가 가장 강하다고 평가되었고, 대조군과 F1은 같은 중간정도로, F2는 가장 낮은 신냄새를 내는 것으로 평가되었다. 부패냄새도 F시료가 가장 높은 점수를 나타내어 5회 반복 사용염수로 절인 김치의 외관과 냄새가 매우 좋지 않은 것을 알 수 있었다. 신맛은 신냄

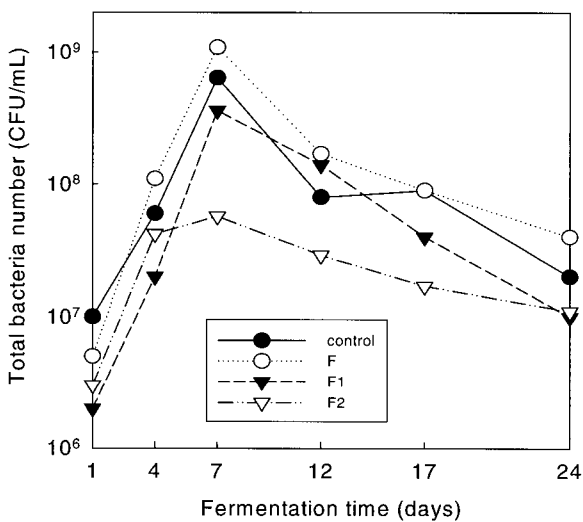


Fig. 6. Changes in the number of total viable cells of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10°C.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

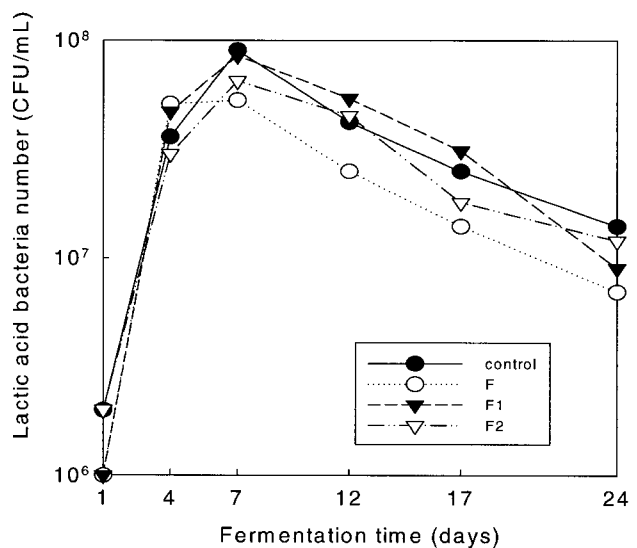


Fig. 7. Changes in lactic acid bacteria of baechu Kimchi salted with various brines during fermentation at 10°C.

control : Kimchi salted with brine of tap water
 F : Kimchi salted with wastebrine used five times successively
 F1 : Kimchi salted with filtered water through sand column
 F2 : Kimchi salted with filtered water through active carbon column after sand column

Table 1. Sensory characteristics of Kimchi samples salted with recycled brines

Samples ¹⁾	appearance	sour odor	staled odor	sour taste	overall taste	toughness	crispness	overall acceptability
control	3.93±0.30 ^{b, 2)}	5.46±0.25 ^b	4.53±0.27 ^c	5.39±0.36 ^a	6.38±0.26 ^b	4.34±0.34 ^b	5.64±0.29 ^c	6.54±0.80 ^b
F	0.75±0.33 ^a	6.33±0.41 ^c	5.57±0.58 ^d	6.92±0.61 ^c	5.17±0.31 ^a	3.87±0.32 ^a	3.21±0.21 ^a	4.13±0.32 ^a
F1	7.82±0.58 ^d	5.47±0.31 ^b	4.10±0.37 ^b	6.24±0.21 ^b	6.29±0.23 ^b	4.47±0.29 ^b	4.11±0.30 ^b	6.41±0.62 ^b
F2	4.28±0.37 ^c	3.82±0.28 ^a	3.16±0.26 ^a	5.59±0.47 ^a	5.11±0.26 ^a	5.56±0.28 ^c	5.86±0.30 ^c	6.08±0.86 ^b

Values are mean±standard deviation.

¹⁾Refer to the legends in Fig. 1.

²⁾Means with the same letter in each column are not significantly different at $p < 0.05$.

새와 같은 결과로 F시료가 가장 높은 점수를 F2와 대조군이 가장 낮은 점수를 보여 F시료가 가장 빠르게 숙성하여 pH가 낮고 산도가 가장 높았고, F2가 가장 느린 숙성속도를 보여 pH가 높고 산도가 가장 낮은 결과와 일치하였다. 전체적 맛에 대한 기호도는 대조군과 F1이 비슷하게 높았고, 신맛이 강한 F와 덜 익은 듯한 F2의 기호도 점수가 비슷하게 평가되었다. 배추 김치의 질감에 대한 평가에서 질긴 정도는 F2가 가장 높았고 F시료가 가장 낮았으며, 아삭한 정도도 대조군과 함께 F2가 가장 높았고 F가 가장 낮아 5회 반복 사용염수를 재사용하여 절임한 김치는 숙성 7일째에 벌써 연부현상에 의해 물렁한 질감을 나타내었고, 반면 활성탄을 사용하여 여과한 염수로 담근 김치는 대조군에 비해 더 질긴 것으로 평가되었다. 마지막으로 전체적 기호도를 평가한 결과는 대조군과 여과처리염수김치(F1과 F2)는 같은 기호도 평가를 보인 반면, 냄새, 맛과 질감에서 모두 낮은 평가를 받은 5회 반복사용염수 김치(F)는 다른 시료에 비해 유의하게 낮은 전체적 기호도를 나타내었다.

IV. 요약 및 결론

배추 김치 제조 과정에서 절임염수를 재활용하기 위해 5회 반복 사용 폐절임수(F), 5회 사용한 염수를 가는 모래로 처리한 1차 처리수(F1) 및 1차 처리수를 활성탄으로 여과한 2차 처리수(F2)를 절임염수로 김치를 제조하여 김치 숙성 중의 특성을 조사하였다. 염도와 가용성고형물의 김치 숙성 중 변화 양상은 시료사이에 큰 차이는 없었지만 5회 사용염수김치(F)의 염도와 가용성고형물이 다른 시료나 대조군에 비해 약간 높았다. 김치 숙성 동안의 pH와 적정산도는 대조군과 F1김치는 비슷한 pH와 산도 변화를 보였고, F김치는 가장 빠르게 숙성되는 변화를 나타낸 반면 F2는 가장 느린 숙성속도를 나타내었다. 총균수는 F시료가 가장 높았고, F2시료가 가장 낮았으며, 젖산균수는 F시료에서 가장 낮은 수를 나타내었고 대조군과 F1시료는 비

슷하였다. 숙성적기의 관능평가 결과 외관, 냄새(신냄새, 부패냄새), 맛(신맛, 전체적 맛)과 질감(질긴정도, 아삭함)에서 F시료에 대하여 가장 바람직하지 않은 점수를 나타내었고, F1과 대조군은 유사한 점수를 받았으며 F2는 가장 신냄새와 신맛이 약하고 질긴정도가 높은 김치로 평가되었다. 김치의 특성과 관능평가 결과 반복 사용한 폐염수는 재사용할 경우 김치 품질이 나빠질 것으로 판단되는 반면 가는 모래나 활성탄으로 여과처리한 후 절임염수로 재활용하는 경우는 대조군 김치와 품질에 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 절임염수로서의 재활용 가능성을 보여주었다.

V. 참고문헌

1. Choi, TD : The market structure and promotion strategy of Kimchi industry. In The Science of Kimchi, p 400, Korean Society of Food Science and Technology, Seoul, 1994
2. Yoon, HH, Jeon EJ, Sung, SJ and Kim, DM : Characteristics of waste brine from the salting process of Chinese cabbage. Korean J. Food Sci. Technol., 32: 97, 2000
3. Kim, DM and Lee, JH : Current status of Korean Kimchi industry and R & D trends. Food Industry and Nutrition, 6(3):52, 2001
4. Rhee, HS, Lee, CH and Lee, GJ : Changes in the chemical composition and textural properties of Korean cabbage during salting. Korean J. Soc. Food Sci., 3:64, 1987
5. Yi, H, Kim, J, Hyung, H, Lee S and Lee, CH : Cleaner production option in a food(Kimchi) industry. J. Cleaner Prod., 9:35, 2001
6. Kim, BG : Reuse of brining wastewater in Kimchi industry. The Report of Institute of Environmental Science and Engineering, Seoul, Korea, 1997
7. Han, ES and Seok, MS : The development of salting-process of Chinese cabbage for Kimchi processing plant. Food Ind. Nutr., 1:50, 1996
8. Yoon, HH, Jin SK, Choi, HK, Choi, SK and Kim, DM : Changes of chemical characteristics in reused brines during salting process of spring Chinese cabbage. Food Eng. Prog., 3:199, 1999

9. Kim, WJ, Ku, KH and Cho, HO : Changes in some physical properties of Kimchi during salting and fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20:483, 1988
10. Kim, JB, Yoo, MS, Cho, HY, Choi, DW and Pyun, YR : Changes of physical characteristics of Chinese cabbage during salting and blanching. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22:445, 1990
11. Han, ES, Seok, MS, Park, JH, Jo, JS and Lee, HJ : Quality changes of brine during brine salting of Highland Baechu. *Food Eng. Prog.*, 2:85, 1996
12. Han, ES, Seok, MS, Park, JH and Lee, HJ : Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28:650, 1996
13. Hong, SI, Park, NH and Koo, YJ : Effect of vacuumizing conditions on quality changes of flexible package Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28:190, 1996
14. Han, ES : Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging method during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26:283, 1994
15. Koh, HY, Lee, H and Yang, HC : Quality changes of salted Chinese cabbage and Kimchi during freezing storage. *Korean J. Soc. Food Nutr.*, 22:62, 1993
16. Han, ES, Seok, MS and Park, JH : Quality changes of salted Baechu with packaging methods during long term storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30:1307, 1998
17. Yoon, HH and Kim, DM : Effects of filtration on the characteristics of reused waste brine in Kimchi manufacturing. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34(3):444, 2002
18. Ku, KH, Cho, JS, Park, WS and Nam YJ : Effects of sorbitol and sugar sources on the fermentation and sensory properties of Baechu Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31(3):794, 1999
19. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘 : 관능검사 방법 및 응용, p. 250, 신광출판사, 서울, 1993
20. Kim, YK : Water treatment technology and management using active carbon. Sinkwang Press, Seoul, Korea, 1995
21. Kim, MK, Kim, SD and Oh, YA : 제1회 김치의 과학과 산업화 심포지움 - 김치의 보존성 증진 방안. *식품산업과 영양*, 1(1):71, 1996
22. Shim, ST, Lee, KJ and Kyung, KH : Effects of soluble-solids contents of Chinese cabbages on Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(3):278, 1990
23. Shin, DH : Physicochemical and microbial properties of market Kimchi during fermentation in different containers. In *The Science of Kimchi*, p 82, Korean Society of Food Science and Technology, Seoul, 1994

(2003년 8월 4일 접수, 2003년 9월 17일 채택)