

절임방법에 따른 깍두기의 관능적 및 미생물학적 특성

김나영 · 장명숙*

중부대학교 생명자원학부
*단국대학교 식품영양학과

Effects of Salting Methods on the Sensory and Microbiological Properties of *Kakdugi*

Na-Young Kim and Myung-Sook Jang*

Division of Life Resources Science, Joongbu University

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

The effects of salting methods on sensory and microbiological properties of *Kakdugi* were evaluated during fermentation at 10°C for up to 52 days. *Kakdugi* samples were prepared by 4 different salting methods at the final salt concentration about 1.5%, which was appropriate for organoleptic quality. The salting methods for radish cubes (2 cm size) of *Kakdugi* included; 1) Treatment S-1: spraying dry salt uniformly onto the radish cubes, at the concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1 hr, 2) Treatment S-5: spraying dry salt uniformly onto the radish cubes, at the concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5 hr, 3) Treatment B-1: brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1 hr, 4) Treatment B-5: brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5 hr. During the early stage of fermentation, sensory test showed higher scores in the overall acceptability of *Kakdugi* prepared with salting methods S-1 and S-5 than those with B-1 and B-5. However, the trend of acceptability has been reversed by the treatments B-1 and, more notably, by B-5 at the later stage of fermentation. The counts of lactic acid bacteria increased remarkably and then decreased gradually after the optimum ripening period. The major lactic acid bacteria isolated and identified from *Kakdugi* were *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, and *Lactobacillus*.

Key words: *Kakdugi*, salting methods, sensory and microbiological properties

1. 서 론

깍두기의 주재료인 무는 저장성이 없기 때문에 오래 보관할 수가 없는데 소금에 절이면 오히려 좋은 맛과 저장성을 갖게 된다. 깍두기 역시 소금에 절이는 과정을 거치는데 민과 권¹⁾은 소금의 함량과 온도가 김치의 발효 속도에 큰 영향을 미쳐 소금의 양이 적으면 발효가 빨리 일어나고, 많으면 그 속도가 늦어진다고 하여 소금농도 및 절임의 중요성을 설명하였다. 일반적으로 깍두기를 담글 때 무의 절임방법에는 크게 두 가지가 있다. 소금을 뿌려 절이는 방법과 소금물을 만들어 절이는 방법이 그것인데, 일반 가정에서는 깍두기를 담글 때 주로 소금을 뿌려서 절이는 방법을 많이 사용하며, 대량으로 깍두기를 담글 때에는 한 번에 많은 양의 무가 골고루 절여지도록 하기 위해서 무를 소금물에 담그어 절이는 방법을 적용

할 수 있을 것이므로 실제적인 절임방법에 관한 포괄적인 연구가 이루어져야 한다고 생각된다.

깍두기에 관한 연구는 최근까지 약 20여편에 불과할 뿐 많이 이루어져 있지 않다. 즉, 깍두기용 무 cube의 이화학적 변화²⁾, 간절임시 무 cube의 특성³⁾, 발효중 깍두기의 성분변화^{2,4)}, 텍스처와 식이섬유소의 함량변화 및 펙틴질의 변화⁵⁾ 등이 있다. 여러 가지 염침가에 따른 깍두기의 특성변화에 관한 연구로는 microwave 열처리 및 혼합염 첨가의 영향^{6,8)}, 대체염으로 calcium acetate 및 potassium sorbate⁹⁾, sodium acetate와 calcium chloride를 첨가한 깍두기의 특성¹⁰⁾, 저염 깍두기의 특성¹¹⁾ 등이 있다. 그 밖에 새우껍질 키토산이 깍두기 보존성에 미치는 영향¹²⁾, 저장기간 연장을 위한 무 품종 선발에 있어서 발효성 당 함량의 역할¹³⁾ 등 기타 몇 편의 연구가 있다. 그런데 깍두기의 발효에 미치는 소금농도의 영향에

대한 연구는 몇 편 이루어져 있으나, 절임방법에 관한 연구는 전혀 이루어져 있지 않다.

따라서, 본 연구는 전보¹⁴⁾에서 절임방법을 달리하여 깍두기를 담그고 발효 중 이화학적 특성변화를 알아본 데 이어 관능적 및 미생물학적 특성변화를 알아보고, 깍두기의 맛을 최대한 생성하고 저장기간을 보다 연장할 수 있는 절임방법을 모색하기 위한 목적으로 이루어졌다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

주재료인 무는 1996년 12월 18일 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 전북 고창산 재래종(*Raphanus sativus* L., 태백품종)이며 길이 30 cm, 중량 1.8 kg 정도의 것을 사용하였다. 고춧가루는 경상도 안동산 태양초, 새우젓은 전라도 목포산 육젓(염도15.6%)으로 마늘, 생강, 쪽파와 함께 실험 당일에 구입하였고 그 밖에 염도 88.4%인 재제염(신진염업사)과 백설탕(제일제당)을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 깍두기 담그기

재료는 Table 1과 같으며 담그는 방법은 전보¹⁴⁾와 같다.

깍두기는 플라스틱 용기(내쇼날 플라스틱(주), 아트밀폐 3호, 14×18×22 cm)에 각각 2 kg씩 나누어 담았으며, 한 번에 한 통씩 sampling 하였다. 담근 즉시 10°C의 냉장고에 넣어 발효시키면서 52일까지 그 변화를 살펴보았다.

(2) 절임방법에 따른 실험처리구

실험처리구는 절임방법에 따라 4가지(S-1, S-5, B-1, B-5)로 하였는데, Fig. 1과 같다.

처리구별 소금 또는 소금물의 농도는 예비실험을 통해

Table 1. Formulas for preparation of *Kakdugi*¹⁾

Ingredients	Weight(g)	Weight ratio
Raw radish	2,000	100.0
Red pepper powder	70	3.5
Salted shrimps	108	5.4
Garlic	70	3.5
Ginger	12	0.6
Scallion	70	3.5
Sugar	16	0.8
Salt ²⁾	varied	varied

¹⁾Fermented in a 2L-plastic container at 10°C.

²⁾See Fig. 1.

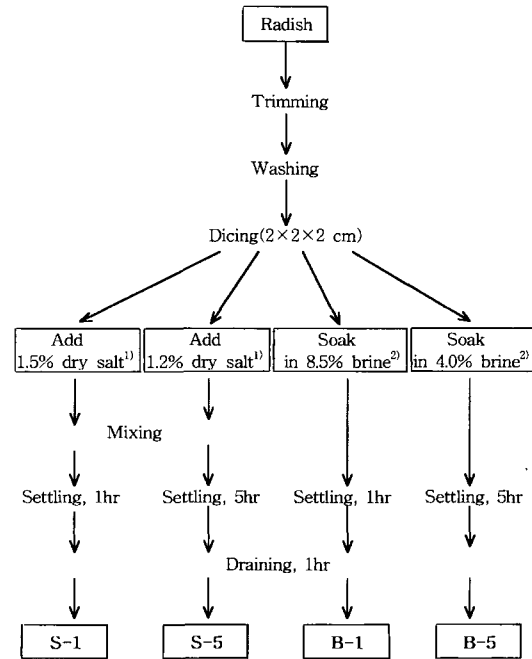


Fig. 1. Salting methods for preparing *Kakdugi*.

¹⁾relative to the weight of radish.

²⁾radish:brine, 1:2.5 ; w/v.

결정된 최적 소금농도인 1.5%(w/w)에 도달하도록 조절 하였는데, 균일하게 절여지도록 하기 위하여 30분에 한 번씩 무를 뒤집어 주었다. 깍두기를 담근 직후 모든 실험 처리구의 초기 소금농도는 2.25%로 일정하였다. 이때의 실온은 10.0±0.5°C이었고, 소금물의 온도는 9.0±0.5°C이었으며, 소금물을 이용한 두 처리구의 무와 소금물의 비율은 1:2.5(w/v)로 하여 무가 충분히 잠길 수 있도록 하였다.

(3) 관능적 특성 평가

1) QDA profile

깍두기를 10°C에서 52일간 발효시키면서 예비실험결과와 전보¹⁴⁾에 따라 발효 초기인 2일, 맛이 좋아지기 시작하는 시기인 5일, 맛이 나빠지기 시작하는 시기인 33일, 그리고 발효 말기인 52일째에 10명의 훈련된 관능검사원(식품영양학과 대학원생)을 통하여 냄새(생무냄새, 신냄새), 맛(생무맛, 신맛, 과숙으로 인한 이취), 조직감(단단한 정도, 아삭아삭한 정도)에 대한 QDA profile을 알아보았으며, 7점 평점법으로 2회 반복 실시하였다. 강도는 “대단히 강함(extremely strong)” 7점, “대단히 약함(extremely weak)” 1점으로 하였으며, 흰색 접시를 사용하여 각 처리구에서 무 3개를 매 실시마다 제시하였다.

2) 전반적인 기호도

깍두기의 기호도 특성평가하기 위하여 10명의 훈련된 관능검사원(식품영양학과 대학원생)을 통하여 전반적인 기호도를 알아보았으며, 7점 평점법으로 2회 반복 실시하였다. 기호도는 “대단히 좋음(like extremely)” 7점, “대단히 싫음(dislike extremely)” 1점으로 하였으며, 흰색 접시를 사용하여 각 처리구에서 무 3개를 매 실시마다 제시하였다.

(4) 미생물학적 특성

1) 총균수

무균적으로 깍두기즙을 1 ml 취하여 0.85% saline으로 단계희석한 후 총균수 배지(plate count agar, Difco, Lab., USA)에 1 ml씩 pouring culture method로 접종한 다음 30°C에서 48시간 배양하여 형성된 집락을 Quebec colony counter를 사용하여 계수하였다¹⁵⁾.

2) 젖산균수

무균적으로 깍두기즙을 1 ml 취하여 0.85% saline으로 단계희석한 후 젖산균 분리용 배지(*Lactobacillus* MRS agar and broth, Difco, Lab., USA)에 1 ml씩 pouring culture method로 접종한 다음 37°C에서 48시간 배양하여 형성된 집락을 Quebec colony counter를 사용하여 계수하였다¹⁵⁾.

3) 젖산균의 분리 동정

시료채취는 발효초기(0일), 맛이 좋아지는 시기(5일) 및 발효말기(52일)의 깍두기즙에서 육안으로 그 형태적 특징이 뚜렷하게 구분되는 colony만을 시료당 14주씩 분리하였으며 분리균은 재차 동일한 평판배지에 접종, 확인하여 순수분리하였다. 분리된 균주는 20% glycerol에 보관하면서 필요시마다 활성화시켜 사용하였다.

MRS(0.002% bromophenol blue를 첨가)와 *m-Enterococcus*(Difco, Lab., USA) 평판배지에서 colony의 특징을 관찰하여 선별하고, Gram 염색, 운동성, catalase 시험 등으로 확인한 후 각각 2분씩 API system(API system S. A., La Balme les Grottes, France, 1992)과 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology¹⁶⁾로 동정하였다.

4) 젖산균의 분포

0.002% Bromophenol blue를 첨가한 *Lactobacillus* MRS 평판배지에 젖산균수의 실험과 동일하게 희석한 시료 0.1 ml를 도말, 30°C에서 2~3일간 배양하고 colony를 관찰하였다. *Lactobacillus*는 전체적으로 담청색이거나 중앙에 암청색의 환이 있거나 전체적으로 흰색인 것을, *Leuconostoc*은 전체적으로 암청색인 환이 없는 colony로 구분하였다. 젖산균수와 동일하게 희석한 시료 0.1 ml를 *m-Enterococcus*(Difco, Lab., USA) 평판배지에 도말,

배양하여 *Pediococcus*는 흰색의 colony로서, *Streptococcus*는 붉은 색의 colony로 구분하였다.

(4) 통계처리

ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 관능적 특성

(1) QDA profile

깍두기의 발효중 관능적 특성의 강도특성 조사를 위하여 발효 초기인 2일, 맛이 좋아지기 시작하는 시기인 5일, 맛이 나빠지기 시작하는 시기인 33일, 그리고 발효 말기인 52일째의 결과를 정량적 묘사분석인 QDA profile로 Fig. 2~5에 나타내었다.

강도를 평가한 7가지 관능적 특성별 결과는 다음과 같다.

생무냄새는 발효 5일째에 각 처리구에서 크게 줄어들었는데 특히 S-5는 가장 낮게 나타나 발효가 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 발효 52일에도 B-5만이 1.12±

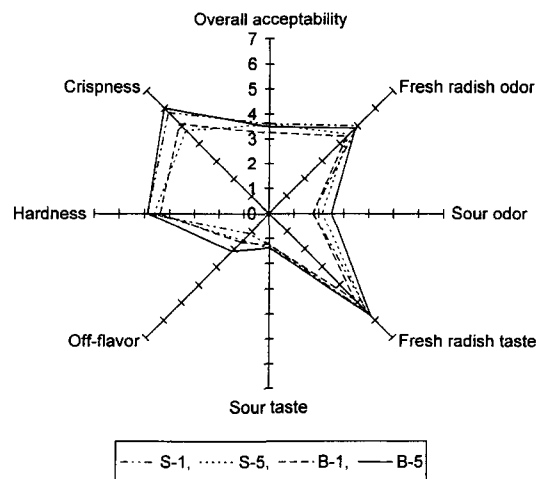


Fig. 2. QDA profiles of sensory evaluation scores of *Kakdugi* as affected by salting methods on 2nd day of fermentation.

S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.
 S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.
 B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.
 B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

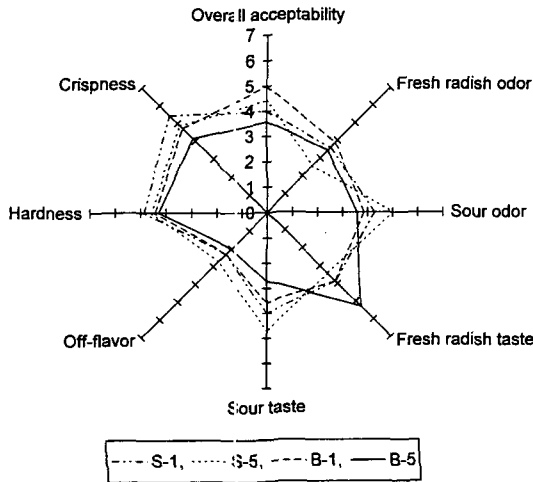


Fig. 3. QDA profiles of sensory evaluation scores of *Kakdugi* as affected by salting methods on 5th day of fermentation.
 S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.
 S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.
 B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.
 B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

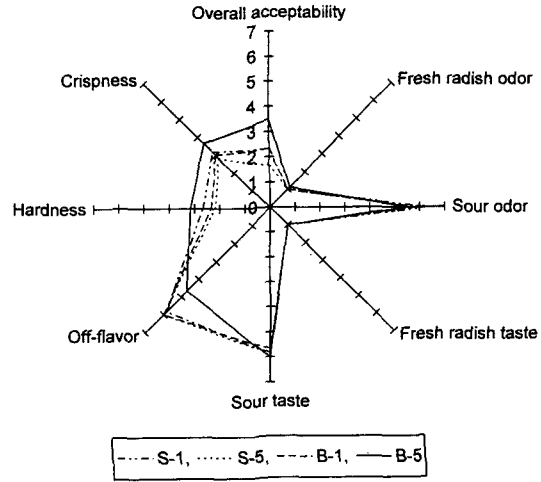


Fig. 5. QDA profiles of sensory evaluation scores of *Kakdugi* as affected by salting methods on 52nd day of fermentation.
 S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.
 S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.
 B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.
 B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

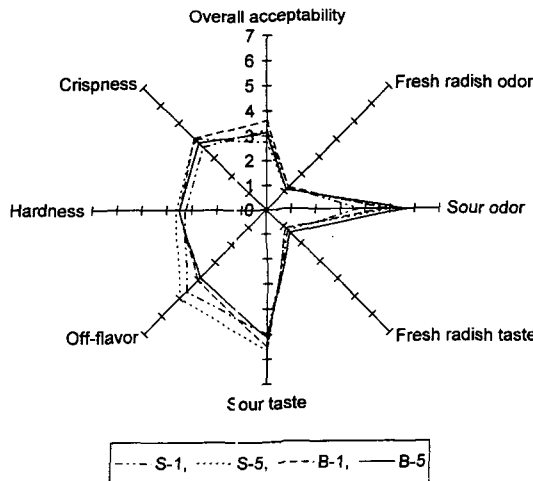


Fig. 4. QDA profiles of sensory evaluation scores of *Kakdugi* as affected by salting methods on 33rd day of fermentation.
 S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.
 S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.
 B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.
 B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

0.35로 1.00 ± 0.00 을 나타낸 다른 처리구들에 비해 생무 냄새가 조금 더 남아있는 것을 알 수 있었다. 신냄새는 발효 33일째에 각 처리구간에 차이를 나타내었으며 ($p < 0.05$), 발효가 진행됨에 따라 각 처리구 모두 증가하였다. 맛이 좋아지기 시작하는 시기인 발효 5일에는 신냄새의 강도가 S-5가 가장 높았으며, S-1, B-1, 그리고 B-5의 순을 감소하여 절임방법에 따른 발효가 진행되는 속도를 비교해 볼 수 있었다. 이러한 경향은 발효말기까지 지속되었다.

생무맛은 발효가 진행됨에 따라서 모든 처리구에서 강도가 감소하는 것을 볼 수 있었으며 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 처리구간의 생무맛 차이는 맛이 좋아지는 시기인 발효 5일째에만 나타나 B-5가 가장 높았으며, 다음으로 B-1과 S-1 그리고 S-5가 다음으로 가장 낮았다. 따라서 다른 처리구에 비하여 S-5가 조금 빨리 발효가 진행되었다. 전반적으로 B-5가 다른 처리구에 비하여 높게 나타나 비교적 느린 속도로 발효가 진행되는 것으로 보인다. 신맛은 생무맛과 반대로 깎두기가 익어감에 따라 각 처리구에서 모두 증가하였다. 발효 5일째에는 S-1과 S-5의 발효가 빨리 진행되어 신맛이 상대적으로 크게 증가하였다. 그러나, B-5는 전반적으로 가장 낮은 값을 받아

발효가 서서히 이루어짐을 알 수 있었다.

과속으로 인한 이취는 깍두기가 익어감에 따라 모든 처리구에서 증가하였으며, 각 처리구간에는 큰 차이를 보이지 않다가 발효 52일째에 가서 차이를 나타내었는데 ($p<0.05$), S-5>B-1>S-1>B-5의 순이었다.

조직의 특성중 단단한 정도는 S-1과 S-5보다 B-1와 B-5의 수치가 비교적 높아서 더 단단하였다. 그 중에서도 특히 B-1보다 낮은 농도의 소금물에서 오랜시간 동안 절인 B-5의 단단한 정도가 발효일 전반에 걸쳐 비교적 높았으며, 발효 말기까지 가장 단단하였다. 반면에 S-1와 S-5 중 S-5의 단단한 정도가 더 낮았는데, 이러한 경향은 발효 말기로 갈수록 더욱 뚜렷하였다.

아삭아삭한 정도도 단단한 정도와 마찬가지로 발효가 진행됨에 따라 각 처리구 모두 강도가 감소하였으며 차이를 보였다($p<0.001$). 처리구간의 차이를 보면 맛이 좋아지기 시작하는 시기인 발효 5일에는 S-1과 S-5의 강도가 B-1과 B-5에 비하여 높았다.

(2) 전반적인 기호도

전반적인 기호도를 평가한 결과는 Table 2와 같다. 각 처리구 모두 발효가 진행되면서 증가하였다가 차츰 감소하였는데, 처리구 간에 차이가 있었다($p<0.01$, $p<0.001$). 발효 초기인 2일째에는 S-1과 S-5는 3.62, B-1과 B-5는 3.25와 3.50으로서담근 직후에는 소금을 직접 뿌려 절인 처리구들이 더 맛있었다. 발효 5일째부터 관능평점이 증

가하기 시작하였는데 B-5는 발효가 느리게 진행되어 다른 처리구보다 서서히 점수가 높아지지만 발효 말기까지 높은 점수를 유지하였다. 이의 연구¹⁷⁾에 의하면 낮은 농도의 소금물로 장시간 절이는 것보다 높은 농도의 소금물로 단시간 절인 배추의 향미가 더 좋았다고 하였는데, 본 연구결과에서도 고염도 단시간 절임방법(B-1)이 저염도 장시간 절임방법(B-5)에 비해서 전반적으로 높은 기호도를 얻었다. 발효 33일째에는 모든 처리구가 “약간 싫음(dislike slightly)”을 나타내는 3점이하로 내려갔고, S-5는 2.75를 받아 “매우 싫음(dislike very much)”으로 평가될 만큼 맛이 저하되었다. B-5는 발효 52일까지도 3.50의 높은 기호도를 유지하였다.

2. 미생물학적 특성

(1) 총균수

4가지 절임방법으로 담근 깍두기의 발효중 총균수의 변화는 Fig. 6과 같았다. 담근 직후의 총균수는 S-1, S-5, B-1, B-5 각각 1.20×10^7 , 1.07×10^7 , 7.08×10^6 , 1.95×10^7 cfu(colony forming units)/ml였다. 발효가 진행되면서 각 처리구별로 시기적으로는 차이가 있지만, 일정기간동안 증가하였다가 감소하는 경향이였다. S-1과 S-5는 발효 5일째에 각각 1.77×10^9 과 2.04×10^9 cfu/ml로 최대균수를 나타낸 후 차츰 감소하였으며, B-1은 이들보다 조금 늦은 발효 8일에 1.77×10^9 cfu/ml를, B-5

Table 2. Overall acceptability scores of *Kakdugi* prepared by different salting methods

Days	Treatments ¹⁾				F-value
	S-1	S-5	B-1	B-5	
2	3.62±1.51 ^{a2,3)}	3.62±1.30 ^a	3.25±1.39 ^a	3.50±1.69 ^a	0.11 ^{NS}
5	4.00±1.15 ^b	4.68±1.27 ^a	4.65±0.58 ^a	3.57±0.79 ^b	2.67*
8	4.50±0.53 ^a	4.50±1.20 ^a	4.38±1.06 ^a	4.25±1.04 ^a	0.12 ^{NS}
13	5.00±1.07 ^a	5.12±0.35 ^a	4.62±1.30 ^a	4.00±1.31 ^a	1.75 ^{NS}
18	4.75±1.49 ^a	4.87±1.36 ^a	3.75±1.04 ^a	4.62±0.92 ^a	1.40 ^{NS}
23	4.43±0.53 ^a	4.14±0.90 ^a	4.00±0.82 ^a	4.57±1.27 ^a	0.56 ^{NS}
28	4.25±0.89 ^a	3.87±0.64 ^a	3.87±0.83 ^a	4.62±1.06 ^a	1.37 ^{NS}
33	3.25±0.46 ^a	2.75±1.49 ^a	3.62±0.92 ^a	3.13±1.36 ^a	0.82 ^{NS}
38	2.37±1.06 ^c	2.87±1.13 ^{bc}	3.87±0.64 ^a	3.37±0.52 ^{ab}	4.34*
45	2.25±1.16 ^b	1.62±0.74 ^b	2.37±0.92 ^b	3.62±0.92 ^a	6.26**
52	2.33±1.63 ^{ab}	1.67±0.52 ^b	2.33±1.21 ^{ab}	3.50±1.38 ^a	2.21*

¹⁾S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.

S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.

B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.

B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

²⁾Mean ± standard deviation.

³⁾Means with different letters with a row(a,b) are significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

^{NS} not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

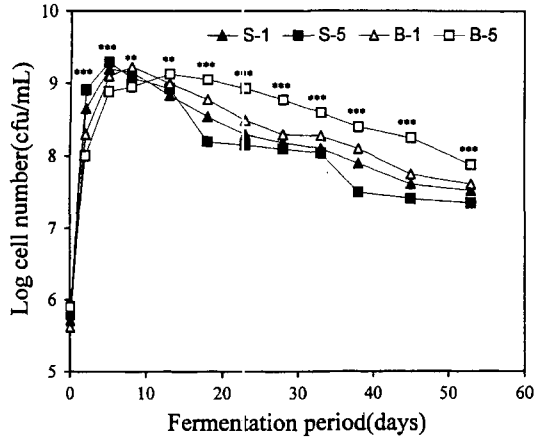


Fig. 6. Changes in total cell count during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods.

S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1hr.

S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5hr.

B-1 : brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1hr.

B-5 : brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5hr.

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

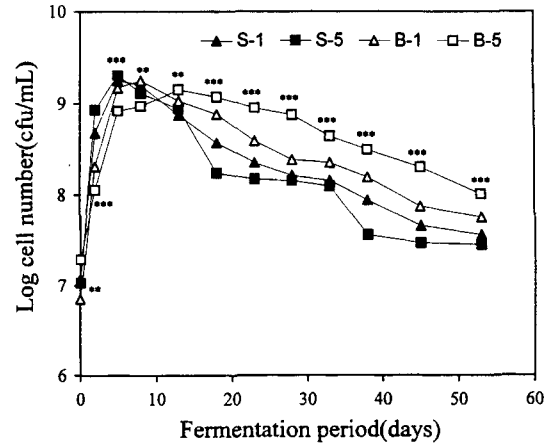


Fig. 7. Changes in lactic acid bacteria during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods.

S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1hr.

S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5hr.

B-1 : brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1hr.

B-5 : brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5hr.

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

는 발효 13일에 1.40×10^9 cfu/mL로 최대균수를 나타내며, 이후 서서히 균수가 감소하였다. 발효 말기인 52일째의 각 처리구별 총균수는 B-5>B-1>S-1>S-5의 순으로, S-5의 발효가 가장 빨리 일어나 균수가 크게 줄어들었으며, B-5는 마지막까지도 높은 균수를 유지하여 절임방법이 발효에 관여하는 미생물의 생육에도 영향을 미치는 것으로 나타났다.

(2) 젖산균수

절임방법을 달리한 깍두기의 발효중 젖산균수의 변화는 Fig. 7과 같다. 총균수와 비슷한 경향을 나타내어 모든 처리구에서 발효 2일째에 크게 증가한 후, 서서히 증가하다가 발효가 진행됨에 따라 시기적으로 차이는 있었지만 다시 감소하는 경향을 보였다. S-1은 발효 5일째에 최대치를 보인 후 서서히 감소하였고, S-5도 발효 5일째에 최대치를 나타낸 후 서서히 감소하였는데, 이는 전체 발효 구간에서 처리구 중 최대치였다. S-1과 S-5의 최대 젖산균수가 발효 5일째에 나타난 반면에 B-1과 B-5는 각각 발효 8일과 13일에 최대 젖산균수를 보여 소금물 무에 직접 뿌려 절이는 방법보다 소금물에 무를 담그어 절이는 방법이 깍두기의 발효를 지연시키는 것으로 보여진다. 발효 말기인 52일째의 젖산균수는 B-5>B-1>S-1>S-5의 순으로, S-5의 발효가 가장 빠르며, B-5는 발효

가 서서히 진행되어 발효 말기까지도 높은 균수를 유지하였다. 또한, 젖산균수가 증가하며 최대치에 달하는 시기는 관능검사에서 각 처리구의 맛이 좋아지는 시기와 일치하였으며, 발효중 젖산균수의 변화는 깍두기의 맛과 관계가 있다는 것을 알 수 있었다. 젖산균수는 일정시기에 가서는 완만히 감소하였는데, S-1은 발효 28일 이후, S-5는 23일 이후와 38일 이후에, B-1은 S-1과 같이 발효 28일 이후에 비교적 완만히 감소하였다. 그런데 B-5는 발효 13일에 최대 젖산균수를 보인 이후 발효 28일까지 계속 다른 처리구에 비하여 완만한 감소를 보이며 높은 균수를 유지하여 관능검사 결과 발효 말기까지 다른 처리구에 비해 높은 평점을 받은 결과와 잘 일치하였다.

(3) 젖산균의 분리 동정

젖산균의 분리 동정을 위하여 4가지 절임방법으로 담근 깍두기시료에서 0.02% bromophenol blue를 첨가한 MRS 평판배지와 *m-Enterococcus* 평판배지를 이용하여 colony의 색깔로서 1차 분리하였는데, 각 배지에서의 전형적인 colony들은 Gram염색 양성, catalase 음성, 운동성이 없으며, 포자를 형성하지 않는 통성 혐기성의 구균 혹은 간균으로 젖산균의 일반적인 특징과 잘 일치하였다. 분리균들을 API system으로 동정한 결과는 Table 3과

Table 3. Characteristics of strains identified from *Kakdugi*

Type of strains	Characteristics			
	K-01	K-17	K-36	K-51
Shape	Cocci	Cocci	Cocci	Rod
Gram stain	+ ¹⁾	+	+	+
Motile	-	-	-	-
Facultative anaerobic	+	+	+	+
Endospore	-	-	-	-
Catalase	-	-	-	-
Vöges-Pröskauer	+	-	+	+
Hydrolysis				
hippurate	-	-	-	-
esculin	+	+	+	+
Pyroglutonylamidase	-	-	-	-
α-galactosidase	+	-	-	-
β-glucuronidase	-	-	-	-
β-galactosidase	+	-	-	-
Alkaline phosphatase	+	-	-	-
Leucine arylamidase	+	-	-	-
Arginine dehydrolase	-	-	+	-(+)
Fermentation of ;				
glucose	+	+	+	+
ribose	+	-(+)	-	-
L-arabinose	-(+) ²⁾	-	-(+)	-
mannitol	-	-	-	-
sorbitol	-	-	-	-
lactose	-	w	-	+
trehalose	-(+)	+	-(+)	+
inulin	-	-(+)	-	-(+)
raffinose	-	-	-(+)	-
starch	-	-(+)	-	-
glycogen	-	-	-	-
Identified genera	<i>Pedioco-</i>	<i>Strepto-</i>	<i>Leucono-</i>	<i>Lactoba-</i>
	<i>ccus</i>	<i>coccus</i>	<i>stoc</i>	<i>cillus</i>

Incubate at 30°C for 4 hr to obtain a ¹⁾first reading and 24 hr to obtain a ²⁾second reading.

+ : positive.
- : negative
w: weak.

같았다. K-01 균주는 α- 및 β-galactosidase, alkaline phosphate, leucine arylamidase 등의 효소활성반응이 양성이었으며, glucose, ribose, L-arabinose, trehalose 등의 당발효에서 양성을 나타내는 등 *Pediococcus* 속의 전형적인 특성과 잘 일치하여 *Pediococcus*속으로 동정하였다. K-17 균주는 Vöges-Pröskauer 반응이 음성이고, glucose, trehalose를 분해하여 산을 생성하였으며 ribose,

lactose, inulin 및 starch 등의 당발효는 약하거나 분해 능이 느린 양성이었으며, 그 외에는 *Streptococcus*와 일치하여 K-17 균주를 *Streptococcus*속으로 동정하였다. 그리고 K-36 균주는 arginine dehydrolase의 효소활성 반응이 양성이며, glucose, L-arabinose, trehalose 및 raffinose를 분해하여 산을 생성하였으며 그 외의 결과가 *Leuconostoc*과 일치하였다. K-51 균주는 균의 형태가 간균이고 당 발효능과 생리적인 성질이 *Lactobacillus*와 일치하여 이로써 동정하였다.

이상의 결과로 볼 때 선별배지에서 분리된 각 균주들은 API system에서 확인한 결과, 속명은 잘 일치하였으나 기존의 분류체계 및 kit로서 각 반응결과가 증명까지 동정하기가 곤란할 뿐 아니라 동정된 균주중 일부는 당류발효양상이 동일 subspecies 균주들보다 다른 subspecies와 더욱 일치하는 모순까지 있었다. 이러한 관점에서 젖산균들의 동정에는 더욱 개선된 분류체계의 확립이 필요하리라 생각된다. 소와 김¹⁸⁾은 김치를 5~6°C에서 20~50일 동안 숙성시키면서 저온성 젖산균을 분리 동정하는 기술적 어려움을 보고하였으며 최 등¹⁹⁾과 이 등²⁰⁾은 식품 및 김치에서 젖산균을 선별하기 위한 새로운 선택배지를 개발하여 보고하였다. 또한 임 등²¹⁾은 김치에 서식하는 Gram 양성세균을 분리, 동정하는데 있어서의 문제점을 지적하고 간단하고 유의성 있는 동정표를 작성한 바 있다.

(4) 젖산균의 분포

발효 초기부터 맛이 좋아지는 시기 및 발효 말기까지 선택배지를 이용, colony형태로 젖산균을 계수한 후 API system으로 동정하여 김치발효중 균종별 증식변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 김치발효에 주로 관여하는 *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*에 대하여 실험하였다. 절임방법을 달리한 모든 깍두기들은 담근 직후 약 10⁴cfu/ml이었는데, 맛이 좋아지는 시기인 발효 5일째까지 급속히 증가하였으며, 그 후 발효 말기까지 완만히 감소하는 경향이였다. 절임방법을 달리하여도 *Pediococcus*의 증식양상은 비슷하였으나 단지 B-5에서 발효 5일째의 균수가 다른 처리구에 비하여 약 1 log cycle 정도가 더 많았다. *Pediococcus*는 발효시작후 4일째에 최고에 도달하고 이후 급속히 감소하며 온도에 따른 증식수준도 다른 것으로 알려져 있다²²⁾. *Streptococcus*는 모든 처리구에서 발효 초기에는 약 10³cfu/ml, 적숙기에는 약 10⁵cfu/ml 정도의 균수가 확인되었으며 그 후 발효 말기에는 초기 균수 수준으로 완만하게 감소하였고, B-1에 가장 많이 분포하였다. 본 실험에서 *Streptococcus*는 전 발효 기간에 걸쳐 다른 젖산균들에 비하여 균수가 1~2 log cycle 정도가 낮았

Table 4. Changes of lactic acid bacteria during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods (cfu/ml)

Strains	Treatments ¹⁾	Days		
		0	5	52
<i>Pediococcus</i>	S-1	1.6×10^4	9.2×10^6	3.2×10^5
	S-5	1.1×10^4	4.0×10^5	1.9×10^5
	B-1	2.2×10^4	9.1×10^6	1.7×10^5
	B-5	2.0×10^4	1.2×10^7	1.2×10^5
<i>Streptococcus</i>	S-1	1.8×10^3	5.0×10^5	2.7×10^3
	S-5	2.8×10^3	3.6×10^5	9.0×10^3
	B-1	2.6×10^3	5.2×10^5	1.0×10^4
	B-5	2.6×10^3	7.0×10^5	7.0×10^3
<i>Leuconostoc</i>	S-1	1.5×10^5	1.6×10^7	2.7×10^6
	S-5	1.6×10^5	1.5×10^7	2.3×10^6
	B-1	3.0×10^4	1.7×10^7	3.2×10^6
	B-5	1.3×10^5	2.0×10^7	1.1×10^6
<i>Lactobacillus</i>	S-1	4.0×10^4	2.0×10^6	3.4×10^6
	S-5	3.0×10^4	1.0×10^6	2.6×10^6
	B-1	3.0×10^4	4.0×10^6	2.7×10^6
	B-5	5.0×10^4	3.0×10^6	1.7×10^6

¹⁾S-1 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5%(w/w) and cured for 1hr.

S-5 : mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2%(w/w) and cured for 5hr.

B-1 : brining radish cubes in a 8.5%(w/v) salt solution and cured for 1hr.

B-5 : brining radish cubes in a 4.0%(w/v) salt solution and cured for 5hr.

다. *Leuconostoc*은 발효 초기부터 발효 말기까지 전 기간에 걸쳐 분리 동정된 젖산균중 가장 많이 분포하고 있으며, 본 실험의 깍두기 발효에서 가장 주도적인 역할을 하는 것으로 생각된다. *Leuconostoc*은 발효 초기에 CO₂를 생산하여 상쾌한 맛을 부여한다고 알려져 있으며 김치의 맛 생성에 주된 역할을 하는 것으로 보고된 바 있다^{22,24)}. *Lactobacillus*는 Table 4에서 보는 바와 같이 발효 중반 이후 감소하는 경향과 초기부터 적숙기까지의 균의 분포에서 다른 젖산균과 유사하였으나, 발효 말기에 다른 균주보다 더 많이 검출되어 주로 김치의 산패에 관여하는 것으로 생각되었다. 신 등²³⁾과 조²⁵⁾도 김치의 저온숙성중 *Lactobacillus* 속을 10⁵~10⁶ cfu/ml 정도를 분리, 보고하였다. 일반적으로 김치의 발효에 관여하는 젖산균들의 증식양상은 식물성 재료 및 발효 온도에 따라 조금씩 차이는 있으나 김치의 주발효균으로 알려진 *Leuconostoc*은 발효 초기에 나타나 적숙기에 그 수가 최대가 되고, 산패의 원인균으로 알려진 *Lactobacillus*수가 최대로 될 때 김치가 완전히 시

어진다고 보고되고 있다^{26,27)}.

이상의 결과에서 발효 초기 및 적숙기에는 *Leuconostoc*, 발효 말기에는 *Lactobacillus*가 주종을 이루며 각 처리구별로 균분포는 유사하고, 발효 초기에는 S-1과 S-5의 젖산균수가 다른 처리구에 비하여 높아 발효가 빨리 시작되었으며, 발효 말기인 52일째에는 B-5에서 가장 적게 나타나 B-5의 발효가 가장 지연되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 깍두기의 품질향상과 저장수명을 연장하기 위한 절임방법을 찾아내기 위한 연구로 절임방법이 발효에 미치는 영향을 알아보았다.

실험처리구는 전보와 같이 4가지 즉, 소금을 무에 직접 뿌려서 절이는 S-1(무 무게의 1.5%의 소금을 뿌려 1시간 절이는 방법)과 S-5(무 무게의 1.2%의 소금을 뿌려 5시간 절이는 방법), 그리고 소금물에 무를 담그어 절이는 B-1(8.5%의 소금물에 1시간 절이는 방법)과 B-5(4.0%의 소금물에 5시간 절이는 방법)로 하였으며, 10°C에서 52일간 발효시키면서 관능적 및 미생물학적 특성 변화를 알아본 결과는 다음과 같다.

1. 관능검사 결과 생무냄새, 단단한 정도, 아삭아삭한 정도, 생무맛은 발효일이 경과할수록 S-5>S-1>B-1>B-5의 순으로 감소하였다. 이에 비하여 신냄새, 신맛, 과숙으로 인한 이취는 같은 순서로 증가하였다. 전반적인 기호도는 발효 초기에는 소금을 뿌려 절인 S-1과 S-5가 높은 점수를 받았으며, 발효 말기에는 소금물에 무를 담그어 절인 처리구 특히 B-5가 계속적으로 높은 점수를 유지하였다.

2. 총균수와 젖산균수는 비슷한 경향으로 모든 처리구에서 발효 2일째에 크게 증가하였다가 발효가 진행됨에 따라 시기적으로 차이는 있었지만, 서서히 증가하다가 다시 감소하였다. 또한 각 처리구에서 맛이 좋아지는 시기와 젖산균수의 증가시기가 일치하였다. 절임방법을 달리한 4종류의 깍두기에서 젖산균을 분리 동정한 결과 *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*의 4가지 균주들이 분리 동정되었으며 발효초기 및 적숙기에는 *Leuconostoc*, 발효 말기에는 *Lactobacillus*가 주종을 이루었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 절임방법별 가장 맛이 좋아지는 시기는 S-1은 발효 5일~18일, S-5는 발효 5일~13일, B-1은 발효 8일~18일, 그리고 B-5는 발효 13일~28일로 절임방법에 따라서 깍두기의 발효양상에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

발효 초기에는 소금을 무에 뿌려서 절인 깍두기의 발

효과 비교적 빨리 진행되었으며 기호도도 더 우수하였고, 미생물학적 특성변화도 같은 경향으로 S-5>S-1>B-1>B-5의 순이었다. 소금물에 무를 담그어 절인 깍두기, 특히 낮은 농도의 소금물에서 장시간 절임한 B-5의 경우 발효가 서서히 진행되어 발효말기까지 바람직한 특성을 유지하였다.

참고문헌

1. 민태익, 권태완: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국조리과학회지, 16(4): 443(1984).
2. 김미리, 이혜수: 깍두기 숙성중 매운맛 감소에 관련된 인자들의 변화. 한국식품과학회지, 24(4): 361(1992).
3. 김중만, 신미경, 황호선, 김형태: 간절임이 무우 cube의 ascorbic acid 함량, α-amylase 활성, 양념류 침투성, 생균수에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22(4): 492(1990).
4. 서정숙: 깍두기의 성분변화에 대한 연구. 성신여자사범대학 석사학위논문(1976).
5. 정귀화, 이혜수: 숙성기간에 따른 무우 김치의 텍스처와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량 변화. 한국조리과학회지, 2(2): 68(1986).
6. 윤정원, 김종근, 이정근, 김우정: 깍두기 발효중 순간 가열과 염침가가 pH변화에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(4): 213(1991).
7. 윤정원, 김종근, 김우정: Microwave 열처리 및 혼합염의 첨가가 깍두기의 물리적 성질에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34(3): 219(1991).
8. 김종근, 윤정원, 이정근, 김우정: 깍두기의 저장성 향상을 위한 순간 열처리 및 혼합염 첨가의 병용효과. 한국농화학회지, 34(3): 225(1991).
9. 김소연, 엄진영, 김광옥: Calcium acetate 및 potassium sorbate를 첨가한 깍두기의 품질 특성. 한국식품과학회지, 23(1): 1(1991).
10. 엄진영, 김광옥: Sodium acetate와 calcium chloride를 첨가한 깍두기의 특성. 한국식품과학회지, 22(2): 140(1990).
11. 김인혜, 김광옥: 저염 깍두기의 관능적 특성. 한국식품과학회지, 22(4): 380(1990).
12. 김광옥, 강현진: 제조조건이 다른 새우젓질 키토산의 물리·화학적 성질 및 깍두기의 보존성에 미치는 영향. 한국식품화학회지, 9(1): 71(1994).

13. 김경제, 경규항, 명원경, 심선택, 김현구: 김치류의 저장기간 연장을 위한 무우품종 선발에 있어서 발효성 당 함량의 역할. 한국식품과학회지, 21(1): 100(1989).
14. 장명숙, 김나영: 깍두기의 절임방법이 발효숙성 중 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 15(1): 61(1999).
15. 이성금, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙: 마늘 첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화. 한국식품과학회지, 21(1): 68(1989).
16. Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E. and Holt, J. G.: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Williams & Wilkins, Baltimore, Vol. 2, pp. 1043-1234(1986).
17. 이혜수: 김치에 대한 조리과학적 연구(배추를 절이는 소금의 농도와 시간). 대한가정과학회지, 10(1): 617(1972).
18. 소명환, 김영배: 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 동정. 한국식품과학회지, 27(4): 495(1995).
19. 최학중, 신영재, 유주현, 윤성식: 식품중에 함유된 Leuconostoc 균주의 새로운 선택배지 개발. 한국식품과학회지, 28(2): 279(1996).
20. 이명기, 박원수, 강국희: 김치에서 젖산균의 선발 및 계수를 위한 선택배지. 한국식품영양과학회지, 25(5): 754(1996).
21. 임종락, 박현근, 한홍의: 김치에 서식하는 Gram 양성세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, 27(4): 404(1989).
22. 심선택, 경규항, 유양자: 김치에서 젖산균의 분리 및 이세균들의 배추즙액 발효. 한국식품과학회지, 22(4): 373(1990).
23. 신동화, 김문숙, 한지숙, 임대관, 박준명: 진공처리 병포장 김치의 저장조건별 성분과 미생물 변화. 한국식품과학회지, 28(1): 127(1996).
24. 하덕모: 김치의 과학. 김치의 발효 경과 및 산패 억제. 한국식품 과학회 심포지움 발표논문집, pp. 43-61(1994).
25. 조재선: 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분변화. 한국식품화학회지, 6(4): 479(1991).
26. 권태연, 최 응: 무의 열절임시 소금의 침투량과 확산의 예측모델. 한국영양과학회지, 20: 572(1991).
27. 박상규, 강성국, 정희중: 짧은 감잎의 정유성분이 김치발효에 미치는 영향. 산업미생물학회지, 22: 217(1994).

(1999년 12월 27일 접수)