

깍두기의 절임방법이 발효숙성 중 이화학적 특성에 미치는 영향

장명숙 · 김나영*

단국대학교 식품영양학과, *중부대학교 식품영양학과

Effects of Salting Methods on the Physicochemical Properties of *Kakdugi* Fermentation

Myung-Sook Jang and Na-Young Kim*

Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

*Department of Food Science and Nutrition, Joongbu University

Abstract

The effects of salting methods on *Kakdugi* (cubed radish kimchi) fermentation were evaluated. *Kakdugi* was prepared with various salting methods, salt concentrations, and settling times, and fermented at 10°C for up to 52 days. Radish (*Raphanus sativus* L.) cubes (2 cm size) were salted by using the following methods salt concentration of about 1.5% which was known appropriate for the organoleptic quality of *Kakdugi*; 1) Treatment S-1: applying dry salt uniformly onto the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1 hr, 2) Treatment S-5: applying dry salt uniformly onto the radish cubes, with a salt 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 for 1 hr, 4) Treatment B-5: brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution for 5 hr. As the fermentation continued, the initial high decrease in pH has been retarded in all the treatments, of which the delaying extent was more significantly noted from B-1 and B-5 than S-1 and S-5. The pH of the *Kakdugi* which showed a good eating quality dropped to 4.3~4.8 with the accumulation of total acids. Total vitamin C increased sharply at the palatable period of *Kakdugi* during the initial fermentation and then decreased gradually following a sigmoidal changing pattern. The reducing sugar levels were also influenced by salting methods and fermentation as sugars are converted into acids. High initial contents of reducing sugars and their subsequent rapid decrease were observed in "S" group than "B" group during fermentation. For nonvolatile organic acids, lactic acid increased consistently throughout the fermentation while malic acid, which was high at the initiation of fermentation, decreased rapidly afterwards at the palatable period of *Kakdugi*.

Key words: salting methods, *Kakdugi*, physicochemical properties

I. 서 론

깍두기는 무에 여러가지 부재료를 첨가하여 발효숙성시키는 김치의 일종으로 독특한 신맛이 조화된 향미와 특유의 텍스처를 지닌 우리나라 고유의 발효식품이다.

일반적으로 김치의 맛은 담금시의 재료, 숙성온도, 숙성기간, 소금농도 등에 의하여 영향을 받게 된다. 또한 김치는 일정 기간이 지나면 연부현상을 일으켜 품질이 저하되어 먹을 수 없게 되므로 가식기간을 연장하려는 노력이 지속되어 왔다^{1,3)}. 그러나 깍두기에 관한 연구는 최근까지 약 20여편에 불과할 뿐 많이 이루어져 있지 않다. 즉, 깍두기용 무 cube의 이화학적 변

화⁴⁾, 간절임시 무 cube의 특성⁵⁾, 발효숙성중 깍두기의 성분변화⁶⁾에 관한 연구가 있으며, 발효숙성중 물리적 특성변화에 관한 연구로 텍스처와 식이섬유소의 함량 변화 및 펙틴질의 변화⁷⁾ 등이 있다. 그 밖에 여러 가지 염침가에 따른 깍두기의 특성변화에 관한 연구^{1,8-10)}, 저염 깍두기의 특성¹¹⁾, 새우껍질 키토산이 깍두기 보존성에 미치는 영향²⁾, 저장기간 연장을 위한 무 품종 선발에 있어서 발효성 당 함량의 역할¹²⁾ 등 기타 몇 편의 연구가 있다. 깍두기의 주재료인 무는 저장성이 없기 때문에 오래 두고 보관할 수가 없는데 소금에 절이게 되면 오히려 좋은 맛과 저장성을 갖게 된다. 깍두기 역시 소금에 절이는 과정을 거치는데 민과 권¹³⁾은 소금농도 및 절임의 중요성을 설명하였다. 그런데 깍두

기의 발효속성에 미치는 소금농도의 영향에 대한 연구는 몇 편 이루어져 있으나, 절임방법에 관한 연구는 전혀 이루어져 있지 않다.

일반적으로 깍두기를 담글 때 무의 절임방법에는 크게 두가지가 있다고 할 수 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 팔고루 절여지도록 하기 위해서 무를 소금물에 담그어 절이는 방법을 적용할 수 있을 것이므로 실제적인 절임방법에 관한 포괄적인 연구가 이루어져야 한다고 생각된다.

따라서, 본 연구는 절임방법을 달리하여 깍두기를 담그어 발효속성 중 이화학적 특성 변화를 알아봄으로써, 깍두기의 맛을 가장 좋게 하며 저장기간을 보다 연장할 수 있는 절임방법을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

무는 서울 가락동 농수산물 도매시장에서 1996년 12월 18일에 구입한 전북 고창산 재래종 가을 무 (*Raphanus sativus* L., 타백품종)이며 길이 30 cm, 중량 1.8 kg 정도의 것을 사용하였다. 고추가루는 경상도 안동산 태양초, 새우젓은 전라도 목포산 육젓(염도 15.6%)으로 마늘, 생강, 쪽파와 함께 실험 당일에 구입하였고, 순도 88.4%인 재제염(신진염업사)과 백설탕(제일제당)을 사용하였다.

2. 실험 방법

(1) 깍두기 담그기

재료는 Table 1과 같으며 무는 깨끗이 씻어 물기를 뺀 후 양끝에서 10 cm씩 잘라내고 2.0×2.0×2.0 cm의 크기로 썰어 소금을 직접 뿌리거나 소금물에 담그어

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

Ingredients	Weight (g)	Ratio (% , w/w)
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.

²⁾See Fig. 1.

절인 후 1시간 동안 탈수시켰다. 새우젓은 Osterizer (Model 861-66L, Oster, USA)를 이용하여 곱게 갈았으며, 쪽파는 3 cm로 썰었고, 마늘, 생강은 곱게 다졌다. 무에 고추가루를 먼저 넣어 고르게 버무려 잘 섞은 후 분량의 새우젓, 마늘, 생강, 설탕, 그리고 쪽파를 넣어 사각형의 플라스틱 용기(내쇼날 푸라스틱(주), 아트밀 페 3호, 14×18×22 cm)에 각각 2 kg씩 나누어 담았다. 담근 즉시부터 10°C의 냉장고(1082L)에 넣어 발효숙성시키면서 52일까지 그 변화를 보았다.

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

(3) 이화학적 특성 분석

1) pH

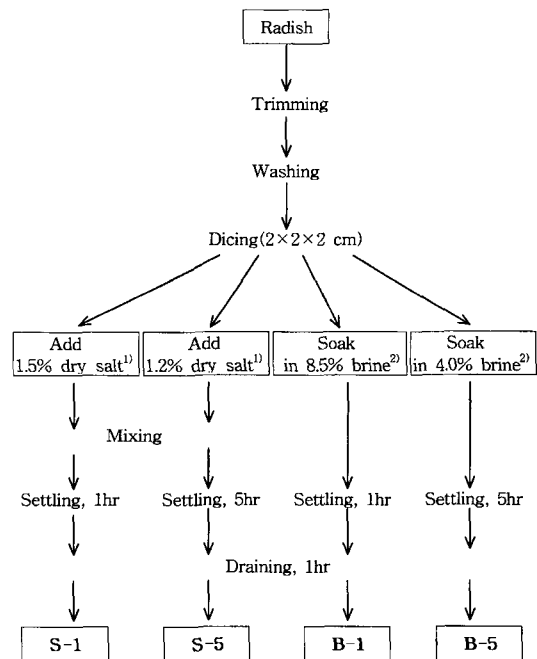


Fig. 1. Salting methods for preparing *Kakdugi*.

¹⁾relative to the weight of radish. ²⁾ radish:brine, 1:2.5; w/v.

Table 2. Operating conditions of GC for analyzing non-volatile organic acids

Instrument	Varian STAR 3400 CX capillary gas chromatograph
Column	Stabilwax (φ0.25 mm × 30 m)
Oven temperature	70°C (hold 1 min)-5°C rise/min-210°C (hold 11 min)
Carrier gas	Hydrogen, 12 psi
Injection volume	0.2 μl
Make-up gas	Nitrogen, 30 ml/min
Detector	Flame Ionization Detector
Injector temperature	250°C
Detector temperature	270°C

깍두기 150 g을 Osterizer의 'mince'의 강도로 2분간 갈아 3겹의 거즈로 짜서 시험용액으로 사용하였으며, pH meter(Model 520A, ORION, USA)를 사용하여 측정하였다.

2) 총산도

pH 측정용 시험용액 10 ml를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 7.0까지 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH의 소비 ml를 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도(% w/v)로 표시하였다¹⁴⁾.

3) 총비타민 C

2, 4-Dinitrophenyl hydrazine법¹⁵⁾에 따라 정량하였다.

4) 환원당

DNS(dinitrosalicylic acid) 방법¹⁶⁾으로 분석하여 glucose 함량으로 나타내었다.

5) 비휘발성 유기산

GC를 이용하여 분석하였고, 분석조건은 Table 2와 같다¹⁷⁾.

IV. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성

본 실험에 사용한 무의 일반성분은 수분 94.5%, 조 단백질 0.5%, 조지방 0.1%, 조회분 0.4% 그리고, 가용성무질소물 4.5%이었으며, 이화학적 특성의 결과는 다음과 같다.

(1) pH

Fig. 2와 같이 깍두기를 담근 직후의 pH는 6.4~6.5였고, 발효속성이 진행됨에 따라 모든 처리구에서 감소하였다. 발효속성 2일째에는 처리구간에 유의수준 p<0.001에서 차이를 나타내었는데, B-5는 6.5로 담근 직후 보다 조금 증가하였으며, 다른 처리구들은 조금씩 감소하였다. 그 중 S-5가 가장 많이 감소하여 발효속성이 가장 빨리 시작되었다. 발효속성 5일째에 이르러서는 모든 처리구에서 pH가 급격히 낮아져 pH 4.3~

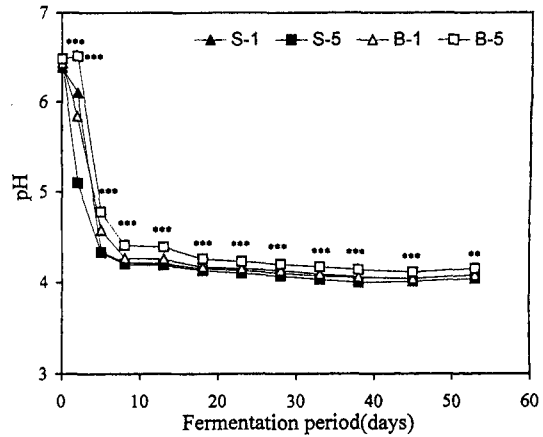


Fig. 2. Changes in pH during fermentation of Kakdugi as affected by salting methods.

S-1: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1 hr. S-5: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5 hr. B-1: brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1 hr. B-5: brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5 hr. **p<0.01, ***p<0.001.

4.8을 나타내었다. 이 시기는 깍두기의 맛이 좋아지는 시기가 pH 4.1~4.6이라는 서⁹⁾의 연구결과가 뒷받침 하듯이, 본 연구에서는 B-5를 제외한 다른 처리구들이 적 속기로 들어서는 중요한 시기라고 볼 수 있겠다. 발효속성온도에 따른 깍두기의 발효속성양상에 관한 김¹⁸⁾의 연구에서도 본 연구와 같이 10°C에서 발효속성시킨 경우 pH가 발효속성 5일째에 급격히 감소되어 4.3에 이르러 맛이 좋아지는 시기라고 하였는데 본 실험의 결과와 같은 경향이였다. 발효속성 13일 이후에는 pH 저하가 비교적 완만해졌고 발효속성 말기인 52일째에는 오히려 모든 처리구에서 pH가 조금씩 증가하였다. 이는 발효속성 말기에 산막효모가 생성되면서 깍두기의 산을 소모하기 때문에 pH가 조금씩 증가한 것으로 보인다.

(2) 총산도

총산도의 변화는 Fig. 3과 같다. 발효속성 초기의 총산도가 0.05%이었던 것이 발효속성이 진행되면서 pH 변화와는 반대로 증가하는 경향이였다. 발효속성 2일째부터 증가하기 시작하여 발효속성 5일째까지 크게 증가하였는데, S-5>S-1>B-1>B-5의 순이였다. 김치의 발효속성정도 즉, 신맛의 강약은 pH에 의하기 보다는 총산도에 의하여 결정된다고 한 안¹⁹⁾의 연구결과와 같이 발효속성이 진행됨에 따라 처리구간의 총산도는 유의수준 p<0.001에서 차이를 나타내었다. 김치

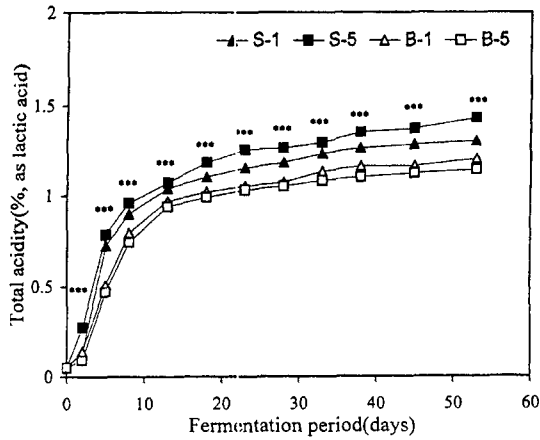


Fig. 3. Changes in total acidity during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods.

S-1: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1 hr. S-5: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5 hr. B-1: brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1 hr. B-5: brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5 hr. *** $p < 0.001$.

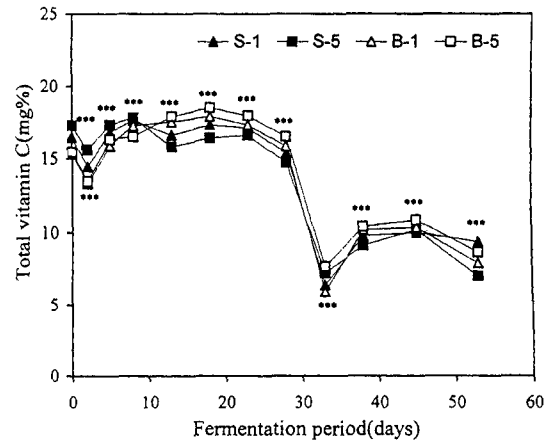


Fig. 4. Changes in total vitamin C content during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods.

S-1: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1 hr. S-5: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5 hr. B-1: brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1 hr. B-5: brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5 hr. *** $p < 0.001$.

발효숙성 중에 생성되는 유기산은 약산으로서 그 해리함수가 매우 낮기 때문에 김치 중에 높은 농도로 축적되어도 pH는 어느 한계 이하로 강하되지 않으므로 김치 발효숙성 중기와 말기 사이에 거의 변하지 않았다고 하였는데, 본 연구에서도 pH는 발효숙성 18일 이후 완만하게 감소하였지만, 총산도 즉, 산의 농도는 이 시기에도 계속적으로 상승하였다.

발효숙성 8일째에는 총산도가 더욱 증가하여 S-5가 0.96%로 가장 높았고, S-1>B-1>B-5의 순이었고, 계속해서 증가하다가 발효숙성 18일 이후에는 각 처리구 모두 비교적 완만한 증가를 보였다. 총산도는 0.6~0.8%일 때 가장 맛이 좋다고 알려져 있는데^{13,20}, 본 실험에서는 S-1과 S-5는 발효숙성 5일째에, B-1과 B-5는 발효숙성 8일째에 이 범위에 도달하였다. 또한 총산도에 도달하는 기간은 S-1, S-5가 상대적으로 빨랐으며, 이때 총산도와 관능검사 점수는 S-5가 가장 높아 맛생성이 많이 된 것을 알 수 있었다. 그러나 적정 총산도에 도달한 뒤 완만한 증가를 보이며 값을 유지하는 면에서 볼 때 B-5가 저장성이 있는 발효숙성 양상을 보인다고 할 수 있겠다.

(3) 총비타민 C

총비타민 C의 함량변화는 Fig. 4와 같다. 담근 직후 비교적 높은 수치를 보이다가 감소하였으며 발효숙성 5일째부터 다시 증가하였다가 서서히 감소하는

sigmoidal 곡선을 보였다. 특히 발효숙성 33일째에 크게 감소한 다음에는 큰 변화없이 비슷한 값을 유지하였다. 박 등²¹은 발효숙성 초기에 이처럼 감소하는 것을 ascorbic acid oxidase의 활성때문이라고 하였다. 관능적으로 맛이 좋아지는 시기에 비타민 C의 함량이 증가하는 현상은 김치의 비타민 C는 알칼리에서는 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정하기 때문이라고 하였다. 담근 직후에는 B-1과 B-5의 총비타민 C 함량이 다른 처리구보다 적었는데, 이는 B-1과 B-5가 절임시 소금물을 사용하여 삼투현상에 의한 수용성 비타민 C의 용출이 더 많았기 때문인 것으로 생각된다. S-1과 S-5는 발효숙성 5, 8일째에 가장 많았다가 발효숙성 28일까지의 비타민 C 함량은 서서히 감소한 뒤 33일에 급격히 감소하여 낮은 값을 유지하였다. B-1은 발효숙성 8일째부터 함량이 증가하기 시작하여 발효숙성 18일에 최대값을 보인 후 발효숙성 33일까지 서서히 감소하였다. 그리고 발효숙성 13일 이후에는 전반적으로 B-5의 총비타민 C 함량이 다른 처리구에 비하여 많았다. 비타민 C는 발효숙성 초기에는 일단 감소된 후 약간 증가하다가 점차 감소되어 산패시에는 30%만이 잔존한다²²고 보고되었는데, 이와 같이 비타민 C 함량이 초기에 감소된 후 다시 증가하는 이유는 김치에 존재하는 미생물들의 일부²³ 또는 무조직 중의 비타민 C 합성효소²⁴에 의해 채소의 펙틴이

autolysis되어 생긴 galacturonic acid가 그 기질이 되어 비타민 C를 합성하기 때문이라고 하였다.

(4) 환원당

환원당 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. 담근 직후의 환원당 함량은 처리구별로 현저한 차이를 나타내었는데, 소금을 무에 직접 뿌려 절인 S-1과 S-5는 각각 37.48과 37.55 mg/g으로 소금물에 무를 담그어 절인 B-1과 B-5의 31.44와 30.90 mg/g 보다 높았다. 이는 수용성 당이 소금물을 이용하여 절였을 때 물 속으로 다량 용출되었기 때문인 것으로 생각된다. 그러나, 절이는 시간에 따른 차이는 크지 않았는데, 이는 최종 소금농도를 맞추어 주기 위하여 절이는 시간에 따라 소금 또는 소금물의 농도가 달랐기 때문인 것으로 보여진다. 발효속성 38일 이후에는 각 처리구에서 큰 변화를 보이지 않고 완만히 하강하였다. 강 등²⁵⁾은 각두기가 익어감에 따라 미생물이 대사 및 증식을 위해 당을 주된 영양원으로 사용하기 때문에 미생물의 번식과 다당류의 분해는 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또한 조와이²⁰⁾는 환원당이 숙성과정 중에 젖산발효균 등 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질들로 변화하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 적어진다고 하였다.

처리구별로 보면 발효속성 5일 이후부터는 B-5>B-1>S-1>S-5의 순으로 환원당 함량이 많았고, 이러한 경향은 발효속성 말기까지도 유지되었다. 담근 초기

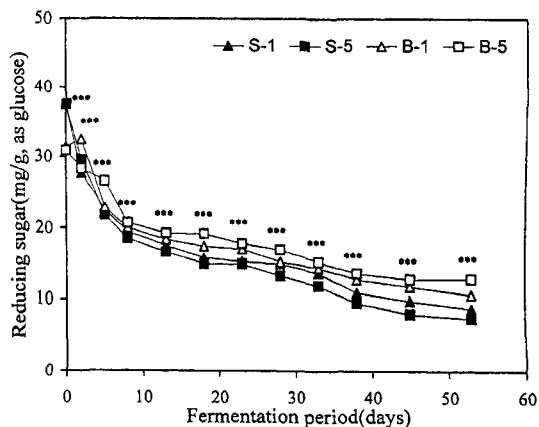


Fig. 5. Changes in reducing sugar content during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods.

S-1: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.5% (w/w) and cured for 1 hr. S-5: mixing uniformly dry salt into the radish cubes, with a salt concentration of about 1.2% (w/w) and cured for 5 hr. B-1: brining radish cubes in a 8.5% (w/v) salt solution and cured for 1 hr. B-5: brining radish cubes in a 4.0% (w/v) salt solution and cured for 5 hr. ***p<0.001.

에는 S-1, S-5가 B-1, B-5보다 6~7 mg/g 정도 많았는데, 발효속성 말기에는 B-1, B-5의 환원당 잔존량이 오히려 많았다. 이러한 결과는 발효속성 초기에 미생물이 이용할 수 있는 영양원인 환원당 함량이 낮은 B-1과 B-5의 발효속성이 다른 처리구에 비하여 천천히 진행되어 발효속성 말기에는 오히려 더 많은 양의 환원당이 남아있게 된 것으로 생각된다.

(5) 비휘발성 유기산

각두기가 익어가는 과정 중에 발생하는 비휘발성 유기산의 변화는 Table 3과 같다. 생부의 비휘발성 유기산은 succinic acid 0.80, maleic acid 0.40, malic acid 5.94, 그리고 citric acid 2.15 mg/100 g이었다. 각두기

Table 3. Changes in non-volatile organic acids during fermentation of *Kakdugi* as affected by salting methods (mg/100 g)

Non-volatile organic acids	Days	Treatments ¹⁾			
		S-1	S-5	B-1	B-5
Lactic	0	0.25	0.63	0.68	1.36
	5	54.88	74.88	52.62	45.90
	8	84.29	93.44	80.47	74.46
	52	96.84	106.34	99.99	95.98
	Oxalic	0	-	-	-
5	tr ²⁾	tr	tr	tr	
8	tr	tr	tr	tr	
52	tr	tr	tr	tr	
Malonic	0	-	-	-	-
	5	-	-	-	-
	8	-	0.07	-	-
	52	0.84	0.75	0.73	0.95
	Succinic	0	1.65	1.62	1.87
5		0.99	0.67	0.73	0.60
8		0.71	0.65	0.70	0.64
52		0.61	0.71	0.65	0.68
Maleic		0	tr	tr	tr
	5	tr	tr	0.29	tr
	8	-	-	-	tr
	52	-	-	-	-
	Malic	0	4.78	4.94	7.22
5		1.59	0.99	2.77	1.75
8		0.69	0.58	0.78	0.88
52		0.58	0.43	0.75	0.93
Citric		0	3.23	2.31	2.81
	5	3.76	6.61	3.31	3.08
	8	4.96	6.77	4.00	2.83
	52	11.70	112.06	4.53	7.86

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

²⁾tr: trace.

에서 분리확인된 유기산은 lactic acid, oxalic acid, malonic acid, succinic acid, maleic acid, malic acid, 그리고 citric acid의 7개였다. 비휘발성 유기산은 깎두기의 맛에 영향을 미치는 중요한 성분으로 발효숙성 0일(담근 초기), 5일(총산도로 본 S-1, S-5의 맛이 좋은 시기), 8일(총산도로 본 B-1, B-5의 맛이 좋은 시기), 그리고 발효숙성 말기인 52일째의 변화양상을 알아보았다. Lactic acid, succinic acid, malic acid, 그리고 citric acid의 변화가 가장 두드러졌는데, malic acid는 발효숙성이 진행되면서 큰 폭으로 감소하였으며, lactic acid와 citric acid는 증가하였다. Lactic acid는 발효숙성 초기에 0.25~1.36 mg/100 g으로 매우 낮은 함량을 보이다가 맛이 좋아지는 시기인 발효숙성 5일째에는 생성량이 급격히 증가하여 S-5가 가장 높았고, S-1, B-1이 다음 순이었으며 B-5는 다른 처리구에 비하여 조금 낮았다. 이 때는 총산도도 S-5가 가장 높게 나타나 서로 일치하는 시기였다. 발효숙성 8일째에는 모든 처리구에서 발효숙성 5일째보다 증가하였는데, S-5의 경우 93.44 mg/100 g, 가장 적은 함량이었다 B-5도 74.46 mg/100 g으로 증가하였다. 발효숙성 말기인 52일째에는 더욱 증가하여 S-5가 106.34 mg/100 g로 가장 높았으며, 다음으로 B-1, S-1, B-5의 순으로 모두 높게 나타났다. 본 실험과 동일한 온도 조건인 10°C에서 깎두기를 발효숙성시킨 김¹⁹⁾의 연구결과에서도 발효숙성 5일째에 lactic acid의 함량이 발효숙성 3일째에 비하여 12배 가량 급상승하였는데 이는 *Leuconostoc mesenteroides*가 초기에 젖산과 CO₂를 많이 생성하여 국물을 산성으로 만들고 혐기적인 상태로 변화시켜 호기성균의 생육을 억제한 결과로 해석되었다. 또한, lactic acid와 pH 및 총산도는 상관관계가 높으므로 lactic acid가 김치의 신 맛을 대표하는 것으로 알려져 있다²⁷⁾. Succinic acid는 극히 낮았으며 발효숙성 중에 다소 감소하였는데 이는 발효숙성중 이상젖산 발효균인 *Leuconostoc mesenteroides*에 의해서도 생성되므로 lactic acid와 같이 증가한다고 보고한 김과 이의 연구²⁸⁾와는 다른 결과였다.

Malic acid는 발효숙성이 진행되면서 감소하였는데, 맛이 좋아지는 시기인 발효숙성 5일째에는 담근 직후의 1/5 정도로 감소하였음을 볼 수 있었다. Malic acid는 초기에 많은 양 존재하다가 숙성이 시작되면서 소실되어 극소량만이 남았는데 이는 생배추에 다량 존재하였던 것이 김치가 발효숙성되면서 소실되었다고 한 지²⁹⁾의 실험결과와 일치하였고, 또한 이와 이³⁰⁾의 덜 익은 동치미에서 malic acid가 주로 검출되었다는 보고에 의해서도 뒷받침되는 결과였다. 그리고 본 실험

결과와 발효숙성 말기까지 malic acid 함량이 가장 많았던 B-5가 관능적으로 생무냄새가 가장 오래까지 지속되었고 발효숙성이 서서히 일어났다는 것에도 잘 일치하였다. Citric acid는 발효숙성이 진행됨에 따라 다소 증가하여, 함량은 낮으나 생성량의 변화양상은 lactic acid와 비슷하게 증가하였다는 강 등²⁵⁾의 결과와 같은 경향이었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 깎두기의 품질향상과 저장수명을 연장하기 위한 절임방법을 찾아내기 위하여 절임방법이 발효숙성에 미치는 영향을 알아보았다.

실험처리구는 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 발효숙성시키면서 본 이화학적 특성 변화는 다음과 같다.

1. 담근 직후의 pH는 6.4~6.5의 범위였으나, 발효숙성이 진행됨에 따라 감소하였고 총산도는 pH와는 반대로 증가하였다. 깎두기의 맛이 가장 좋아지는 시기의 총산도인 0.6~0.8%에 도달하는 시기는 S-1과 S-5는 발효숙성 5일째, B-1과 B-5는 발효숙성 8일째로 나타났다.

2. 총비타민 C 함량은 발효숙성 초기에는 약간 감소하였으며 적숙기인 발효숙성 5일째부터 다시 증가하다가 서서히 감소하였다. 환원당은 담근 직후 처리구 별로 소금을 이용하는 방법과 소금물을 이용하는 방법에서 현저한 차이를 나타내었는데, 소금을 무에 직접 뿌려 절인 S-1과 S-5는 각각 37.48, 37.55 mg/g으로 소금물에 무를 담그어 절인 B-1과 B-5의 환원당 함량(31.44와 30.90 mg/g) 보다 높았다. 발효숙성이 진행되면서 모든 처리구에서 점차로 환원당 함량이 낮아지는 경향이었다.

3. 깎두기 발효숙성중 분리확인된 비휘발성 유기산은 총 7개였는데 malic acid 함량은 발효숙성이 진행되면서 크게 감소하였으나, lactic acid와 citric acid 함량은 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 총산도로 본 절임방법 별 가장 맛이 좋아지는 시기는 S-1과 S-5는 발효숙성 5일째, B-1과 B-5는 발효숙성 8일째로 다르게 나타나 절임방법이 깎두기의 발효숙성양상에 영향을 미치는

것을 알 수 있었다. 발효속성 초기에는 소금을 무에 뿌려서 절인 깍두기의 발효속성이 비교적 빨리 진행되었으며 환원당이나 비타민 C 함량도 많았고, 발효속성 말기에는 B-1, B-5의 잔존량이 오히려 많은 것으로 나타났다. 대부분의 이화학적 특성변화가 이와 경향을 같이 하여, S-5>S-1>B-1>B-5의 순이었다.

참고문헌

1. 윤정원, 김종근, 이정근, 김우정: 깍두기 발효중 순간 가열과 염침가가 pH 변화에 미치는 영향. 한국농화학회지, **34**(4), 213(1991).
2. 김광옥, 강현전: 제조조건이 다른 새우깍질 키토산의 물리·화학적 성질 및 깍두기의 보존성에 미치는 영향, 한국식품화학회지, **9**(1), 71(1994).
3. 이희섭, 이귀주: 무의 염장과정 중 조직감의 변화에 대한 예열처리 및 chitosan 첨가효과. 한국식생활문화학회지, **9**(1), 53(1994).
4. 김미리, 이혜수: 깍두기 숙성중 매운맛 감소에 관련된 인자들의 변화. 한국식품과학회지, **24**(4), 361(1992).
5. 김중만, 신미경, 황호선, 김형태: 간절임이 무우 cube 의 ascorbic acid 함량, α-amylase 활성, 양념류 침투성, 생균수에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **22**(4), 492(1990).
6. 서정숙: 깍두기의 성분변화에 대한 연구. 성신여자사범대학 석사학위논문(1976).
7. 정귀화, 이혜수: 숙성기간에 따른 무우 김치의 텍스처와 섬유소, 헤미셀룰로오스, 펙틴질의 함량 변화. 한국조리과학회지, **2**(2), 68(1986).
8. 윤정원, 김종근, 김우정: Microwave 열처리 및 혼합염의 첨가가 깍두기의 물리적 성질에 미치는 영향. 한국농화학회지, **34**(3), 219(1991).
9. 김종근, 윤정원, 이정근, 김우정: 깍두기의 저장성 향상을 위한 순간 열처리 및 혼합염 첨가의 병용효과. 한국농화학회지, **34**(3), 225(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. 김경제, 경규항, 명원경, 심선택, 김현구: 김치류의 저장기간 연장을 위한 무우품종 선발에 있어서 발효성당 함량의 역할. 한국식품과학회지, **21**(1), 100(1989).
13. 민태익, 권태환: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국조리과학회지, **16**(4), 443(1984).

14. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희: 가을 김장배추 품종별 김치 가공 적성의 비교. 한국식품과학회지, **26**(3), 226(1994).
15. 정동효, 장현기: "식품분석". 진로연구사, pp. 250-254(1991).
16. Miller, G.L.: *Analytical Chem.*, **31**, pp. 426-428(1959).
17. 하재호, 허우덕, 박용근, 남영중: Capillary Gas Chromatography를 이용한 비휘발성 유기산 분석. *J. Korean Society of Analytical Science*, **1**(2), 131(1988).
18. 김성단: 발효속성온도가 깍두기 향미성분에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문(1995).
19. 안승요: 김치제조에 관한 연구(제 1보). 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업연구소 연구보고서, **20**, 61(1970).
20. 이철우, 고창영, 하덕모: 김치발효 중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 산업미생물학회지, **20**(1), 102(1992).
21. 박희옥, 김기현, 윤 선: 김치재료에 존재하는 pectinesterase, polygalacturonase 및 peroxidase 특성에 관한 연구. 한국식품화학회지, **5**(4), 45(1990).
22. 이형욱, 이혜준, 우순자: 참쌀풀 및 새우젓 첨가가 김치발효중 총 유리아미노산, 총 비타민 C 및 환원형 ascorbic acid의 함량변화에 미치는 영향, 한국조리과학회지, **10**(3), 225(1984).
23. 임종락, 박현근, 한홍희: 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, **27**(4), 404(1989).
24. 이태영, 이정원: 김치 숙성중의 비타민 C 함량의 소장 및 Galacturonic Acid의 첨가 효과. 한국농화학회지, **24**(2), 139(1981).
25. 강근옥, 손현주, 김우정: 동치미의 발효 중 화학적 및 관능적 성질의 변화. 한국식품과학회지, **23**(3), 267(1991).
26. 조 영, 이혜수: 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향(I). 한국조리과학회지, **7**(1), 15(1991).
27. 김소연, 김광옥: 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **21**, 370(1989).
28. 김현옥, 이혜수: 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, **7**(2), 74(1975).
29. 지옥화: 염도를 달리한 무우김치(동치미, 짬지)의 숙성기간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대학교 석사학위논문(1987).
30. 이매리, 이혜수: 동치미의 맛 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, **6**(1), 1(1990).

(1999년 1월 10일 접수)