J Korean Soc Food Sci Nutr
40(7), 1006~1016(2011)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2011.40.7.1006

함초 분말 첨가 열무 물김치의 품질특성

박정은[1] · 이재용[2] · 장명숙[2†]

[1]우송대학교 외식조리학부
[2]단국대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Yulmoo Mul-kimchi* Containing Saltwort (*Salicornia herbacea* L.)

Jung Eun Park[1], Jae Yong Lee[2], and Myung Sook Jang[2†]

[1]Dept. of Culinary Arts, Woosong University, Daejeon 300-718, Korea
[2]Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Gyeonggi 448-701, Korea

Abstract

Saltwort (*Salicornia herbacea* L.), as a natural additive for regulating *Mul-kimchi* fermentation, was assessed for physicochemical and sensory characteristics of *Yulmoo Mul-kimchi* during storage. Saltwort in the form powder was directly added to the *Yulmoo Mul-kimchi* preparation at 0 (control), 1, 3, 5, and 7% (w/v) per weight of salt to evaluate their physicochemical, sensory, and microbiological characteristics in storage at 10°C for 30 days. The pH values of all treatments were high, indicating a less acidic environment in all treatments compared to those of the control sample throughout the preservation period. Total acidity increased with storage time as is usually seen with normal *kimchi* fermentations, whereas the increases were more gradual in the 3 and 5% treatments. The increases in total vitamin C continued until days 6 (control) to 13 (7%), and were different according to the amount of added saltwort and then they decreased after each peak. The fluctuation in reducing sugars followed a similar trends of total vitamin C content by showing an initial increase, followed by a decrease based on the saltwort concentration and storage day. The 5% treatment was most effective for suppressing the increase in turbidity among all treatments. The 3 and 5% treatments showed the highest lactic acid bacteria counts during the entire preservation period. In the sensory evaluation results, adding saltwort at more than 3% concentration attained an overall higher scores of acceptability with respect to color, smell, taste, fresh taste, sour taste, crisp, and overall acceptability characteristics. In conclusion, adding saltwort, particularly at concentrations of 3 and 5% extended the preservation period of *Yulmoo Mul-kimchi* by retarding fermentation effectively.

Key words: *Yulmoo Mul-kimchi*, saltwort (*Salicornia herbacea* L.), quality, fermentation

서 론

함초(saltwort, *Salicornia herbacea* L.)는 우리나라의 서해안과 남해안의 갯벌 및 염전부근에서 자생하는 한해살이 내염성 식물로 우리나라 말로 퉁퉁마디라고 하며, 다량의 염분을 축척하고 있을 뿐만 아니라 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등의 무기질을 다량 함유하고 있다(1,2). 함초의 짠맛은 단맛이 살짝 베인 짠맛으로 음식에 이용하면 맛을 향상시켜 주며(1), 유럽에서는 어린줄기를 샐러드로 만들어 먹기도 하나 우리나라에서는 전라남도 해남 등지에서 생나물 등으로 식용하고 있으며 생체나 분말형태로 판매되고 있다(3,4). 최근 들어 함초는 식용재배 및 기능성 식품소재로서의 활용방안이 이루어지고 있으며, 이외의 여러 방면으로 함초의 이용가능성에 대한 연구들도 이루어지고 있다.

열무 물김치는 밀가루 풀국을 엷게 풀어 풋내를 없애고 담근 김치로 여름철에 먹는 시원한 국물김치이다(5). 김치는 숙성되면서 젖산균에 의하여 여러 가지 유기산이 생성되며, 숙성 적기에는 이들로 인하여 상큼한 신맛과 감칠맛이 어우러져 조화를 이룬 맛을 내지만 이 시기가 지나면 식품 조직 내에 존재하는 펙틴이 분해되어 연화현상이 일어나 품질이 저하되어 상품성이 떨어지게 된다(6). 김치의 숙성은 재료와 양념류의 성분 및 양, 담그는 방법, 지역 및 계절에 따라 맛과 숙성도 등이 달라지며(7), 최근 들어 식품에 대한 건강 지향적인 욕구의 증가로 천연재료를 이용하여 김치의 맛과 질적 향상, 가식기간을 연장하려는 노력이 지속되고 있다. 또한 김치에 칼슘을 첨가함으로서 배추 조직의 연화를 지연시키고 칼슘이 젖산과 반응하여 젖산 칼슘을 생성함으로써 과도한 산 생성을 막아 산패를 지연시켜 적숙기를 연장시켜 준다

†Corresponding author. E-mail: msjang1@dankook.ac.kr
Phone: 82-31-8005-3174, Fax: 82-31-8005-3170

고 하였다(8-15).

함초에 대한 국내 연구로는 함초의 항산화 효과(3), 생리활성기능(16)과 화장품 소재로서의 응용연구(17), 이화학적 성분조성에 관한 연구(18), 콜레스테롤 저하효과에 관한 연구(19), 함초에서 베타인 정량(20) 등이 보고되고 있으며, 음식에 함초를 첨가한 연구로는 돈육 지방에 항산화 작용에 대한 연구(1,21), 스펀지케이크의 품질 특성에 관한 연구(22), 함초 첨가한 두부의 품질 특성에 관한 연구(23), 함초 추출물 첨가가 요구르트 품질에 미치는 영향에 관한 연구(24), 함초 추출물 첨가 함초 가루를 첨가하여 제조한 갓김치에 관한 연구(25) 등이 진행되고 있으며, 함초를 음식에 적용한 사례가 점차적으로 늘어나고 있고 앞으로도 이 분야에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 함초에 다량 함유된 무기질은 열무 물김치의 발효과정 중 나타나는 과숙현상을 억제하여 장기간 저장 중에도 쉽게 연화되지 않을 것으로 기대되며, 함초 특유의 단맛이 베여있는 짠맛은 열무 물김치와 잘 어울려 맛을 향상시켜 줄 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 열무 물김치의 맛과 저장성을 향상시킬 수 있는 천연 첨가재로서 함초의 이용가치를 향상시키기 위해 함초분말 첨가가 열무 물김치의 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성에 미치는 영향을 조사하여 이에 따른 최적의 함초분말 첨가량을 찾고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 열무(남양주군산)는 가락동 농산물시장에서 2008년 7월에 부재료인 대파, 마늘, 생강, 홍고추, 밀가루(중력분, 대한제분 곰표, Seoul, Korea)를 같이 구입하였다. 소금은 순도 88%인 재제염(꽃소금, 해표, Seoul, Korea)을 사용하였다. 함초(강화도산)는 분말을 구입하였고, 염분 15%인 것을 사용하였다.

열무 물김치 담그기

열무는 깨끗이 3회 씻은 후 물기를 빼고 다듬은 후 5 cm로 잘라 줄기와 잎사귀 부분으로 나누어 담았다. 부재료인 마늘과 생강은 다듬은 후 깨끗이 씻어 믹서기(MR 4050 CA, Braun, Madrid, Spain)로 곱게 갈고, 대파는 다듬은 후 깨끗이 씻은 후 흰 부분만 5 cm 길이로 가늘게 채 썰어 준비하였다. 홍고추는 씨를 빼고 깨끗이 씻은 후 믹서기로 곱게 갈아 준비하였다. 밀가루 풀은 밀가루 20 g에 물 480 mL을 넣어 끓여 걸쭉하게 만들어 준비하였다.

준비한 열무를 500 g(줄기부분 300 g+잎 부분 200 g)씩 각각 나누어 담았다. 17%(w/v)의 소금물을 만들어 절이기 시작하여 5분이 지난 뒤에 뒤집고, 5분간 더 절인 후 수돗물에 3회 깨끗이 씻은 후 30분간 탈수하였다(21). 절인 열무와 부재료는 Table 1과 같은 비율로 넣었으며, 열무 물김치의 최종 소금 농도는 2.5%(w/v)가 되도록 하였다. 이때의 실온은 20±1°C이었다.

Table 1. Recipe for the preparation of *Yulmoo Mul-kimchi*

Ingredients	Saltwort (%)				
	0	1	3	5	7
Yulmoo[1)] (g)	500	500	500	500	500
Water (mL)	1000	1000	1000	1000	1000
Green onion (g)	30	30	30	30	30
Garlic (g)	30	30	30	30	30
Ginger (g)	45	45	45	45	45
Red pepper (g)	20	20	20	20	20
Wheat flour paste (g)	300	300	300	300	300
Salt (g)	27.3	27.0	26.5	25.9	25.4
Saltwort (g)	0	0.3	0.8	1.4	1.9

[1)]Based on salted *Yulmoo* (stem 300 g+leaf 200 g).

실험처리구

대조구는 함초분말을 사용하지 않고 재제염만을 사용하였으며, 처리구는 대조구에 사용한 재제염의 무게에 대하여 소금 첨가량 1, 3, 5, 7%의 사용량을 줄인 후 그 대신 함초분말을 각각 달리하여 첨가하였다. 열무 물김치는 만든 즉시 각각 폴리에틸렌 봉투에 넣어 포장한 후 실온(18±1°C)에서 8시간 보관한 후 10°C 냉장고에서 30일 동안 발효시키면서 2~5일 간격으로 여러 가지 특성을 측정하였다.

pH

열무 물김치 국물을 잘 흔들어 국물 10 mL씩 취하여 그대로 사용하여 pH를 측정하였으며 실온에서 pH meter(model 420 A, Orion Research Inc., Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

총산

pH 측정용 시험용액 10 mL를 0.1 N NaOH용액으로 phenolphthalein 변색점인 pH 8.3까지 중화 적정하는데 소요된 0.1 N NaOH의 소비 mL를 lactic acid 함량으로 환산하여 총산(%, w/v)으로 표시하였다.

총 비타민 C

열무 물김치 국물의 총 비타민 C 함량은 2,4-dinitro phenyl hydrazine법(26)에 따라 정량하였다.

환원당

환원당은 열무와 국물을 갈은 것을 이용하여 표준곡선 안에 당 농도가 들어오게 희석한 후 DNS(dinitro salicylic acid) 방법(27)을 사용하여 다음과 같이 분석하였다. 사용한 DNS 시약의 표준곡선에 의해서 glucose 함량으로 나타내었다.

탁도

탁도는 열무 물김치 국물의 원액을 3배 희석하여 Spectrophotometer(model 340, Sequoia-Turner, Mountian View, CA, USA)를 사용하여 파장 558 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총균수

무균적으로 열무 물김치의 국물 1 mL를 취하여 0.85% saline으로 단계 희석한 후 총균수 배지(Plate Count Agar,

Difco Lab., Sparks, MN, USA)에 1 mL씩 pouring culture method로 접종한 다음 30±1℃에서 48시간 배양하여 1평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 선택하여 colony 수를 측정하여 colony forming unit(CFU/mL)로 표시하였다(28).

젖산균수

무균적으로 열무 물김치의 국물 1 mL를 취하여 0.85% saline으로 단계 희석한 후 젖산균 분리용 배지(Lactobacillus MRS Agar, Difco Lab.)에 1 mL씩 pouring culture method로 접종한 다음 37±1℃에서 48시간 배양하여 1평판당 30~300개의 집락을 생성한 평판을 선택하여 colony 수를 측정하여 CFU/mL로 표시하였다(28).

관능검사

열무 물김치를 10℃에서 30일간 발효시키면서 50명의 관능 검사원(단국대 식품영양학과 학부생, 대학원생, 워커힐 조리사)을 통하여 색, 냄새, 맛, 아삭한 정도, 전반적인 기호도의 5가지 특성에 대하여 기호특성 조사를 9점 평점법으로 실시하였다. 이때 "대단히 좋음(like extremely)"을 9점, "대단히 싫음(dislike extremely)"을 1점으로 하여 평가하였다. 시료의 제시는 세 자리 숫자로 표기하였으며, 투명한 pyrex 유리컵을 사용하여 열무 물김치 국물 30 g과 건더기 15 g을 매 실시마다 제시하였다.

통계처리

본 실험의 관능 특성은 통계분석용 프로그램인 SAS Package(Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test) 통하여 5% 유의수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

pH

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치 국물의 발효 중 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 열무 물김치 발효 3일까지는 대조구에 비해 함초분말 첨가량이 증가할수록 pH가 낮았으나, 발효 4일 이후부터는 함초분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 높았다. 이는 10% 함초 용액의 pH가 5.5로 담금 직후에는 함초분말 자체의 pH에 영향을 받아 함초분말 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아진 것으로 생각된다. 함초분말를 첨가하지 않은 대조구의 경우 발효 4일부터 발효 말기까지 pH가 가장 낮아 발효가 빨리 진행됨을 알 수 있었다. 7% 처리구는 발효 19일까지는 가장 높은 pH를 보였으나, 발효 말기로 갈수록 다소 빠른 발효를 보여 5% 처리구와 차이를 보이지 않았다. 함초분말 3%와 5%를 첨가한 처리구의 경우 발효기간 동안 완만하게 감소시켜 함초분말을 열무 물김치에 첨가할 경우 발효를 지연시켜 주는 것을 알 수 있었다.

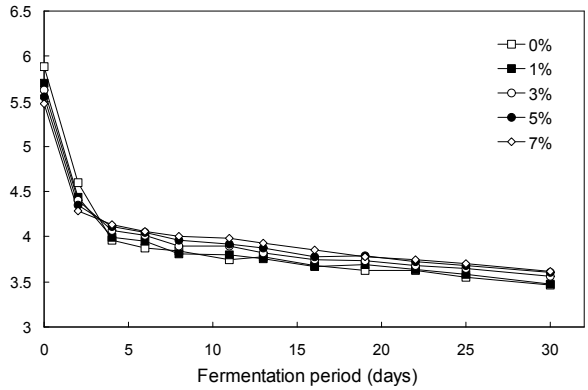

Fig. 1. Changes in pH of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10℃ for 30 days.

열무 물김치의 최적숙기를 pH 3.9±0.1(29)이라 볼 때 본 실험의 결과에서 대조구는 발효 4~8일, 1% 처리구는 발효 4~11일, 3과 5% 처리구는 발효 4~13일, 7% 처리구는 발효 4~16일까지 적숙기의 pH를 유지하였다. 담금 직후 대조구에 비하여 함초분말을 첨가한 처리구의 pH가 낮았다가 발효가 진행되면서 처리구의 pH가 대조구에 비하여 높게 유지되어 발효를 지연시켜 준다는 결과는 매실 첨가 열무 물김치의 실험 결과(30)와 비슷한 경향을 보였다. 또한 칼슘을 김치에 첨가한 연구 결과에서(13-15) 김치에 칼슘이 첨가될 경우 적숙기를 연장시켜 준다고 하였는데, 본 연구의 결과 칼슘을 많이 함유하고 있는 함초분말을 첨가한 처리구가 대조구보다 적숙기가 연장되는 결과를 뒷받침하는 것으로 생각된다.

총산

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치 국물의 총산 변화는 Fig. 2와 같다. 담금 직후에는 0.02~0.03%로 처리구에 따라 큰 차이가 없었으나, 함초분말 첨가량이 증가할수록 총산함량이 다소 높았다. 발효 4일부터 발효 말기까지 대조구에 비해 함초분말을 첨가한 처리구의 총산이 낮았으며, 첨가량이 증가할수록 낮은 총산을 보였다. 발효 4일부터 발효 말기까지 7% 처리구가 가장 낮은 총산을 보였지만 발

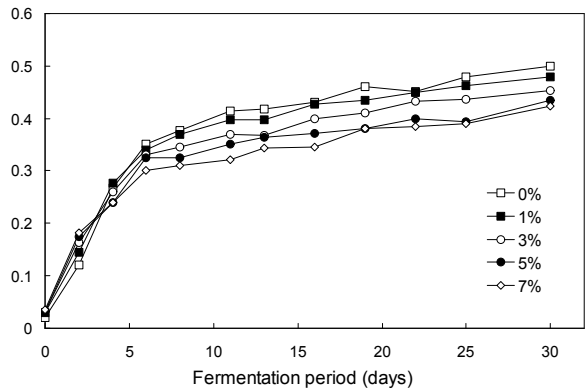

Fig. 2. Changes in total acidity of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10℃ for 30 days.

효 19일 이후부터는 5% 처리구와 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 5% 처리구가 다른 처리구에 비해 완만하게 총산이 증가하는 것을 알 수 있었다. 대조구에 비해 함초분말 첨가량이 증가할수록 총산이 낮았고, 3% 이상 첨가한 경우 그 차이가 두드러졌다. 이에 따라 함초분말을 열무 물김치에 첨가할 경우 발효를 지연시켜 주는 것을 알 수 있었다.

Ku 등(31)은 pH와 총산은 중요한 품질 지표로서 발효과정 중 무나 배추에 함유된 각종 효소들과 미생물의 번식으로 인하여 주요 성분이 분해되고 또한 재합성이 이루어져 여러 유기산들이 만들어지고 김치 특유의 신선한 맛을 주게 되는데 이러한 유기산의 생성이 발효 중 김치의 pH를 낮아지게 하고 총산이 점차 증가하는 원인이 된다고 하였다. 열무 물김치의 발효 중기와 말기 사이에는 pH 값이 크게 변화 없이 서서히 낮아진데 반해 총산은 이 시기에도 증가하였다. 이러한 결과는 발효 중에 생성되는 유기산류는 약산으로서 그 해리 함수가 매우 적기 때문에 이들 산은 높은 농도로 축적되어도 pH값은 어느 한계 이하로 떨어지지 않아 발효 중기와 말기 사이에 pH값이 크게 변하지 않았으며, 신맛의 강약은 pH보다는 총산에 의하여 결정되는 것이라고 알려져 있다.

김치에 칼슘을 첨가한 연구(13)에서 칼슘은 김치의 연화방지에 효과가 있다고 하였으며, 김치의 발효 중에 생성되는 젖산과 반응하여 젖산칼슘을 생성함으로써 과도한 산 생성을 막아 산패를 지연시켜 주는 효과가 있다고 하였다. 본 연구결과에서도 함초에 들어있는 칼슘의 영향으로 함초분말 첨가량이 증가할수록 낮은 총산을 유지하며 발효를 지연시켜 준 것으로 생각된다.

총 비타민 C

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치 국물의 총 비타민 C 변화는 Fig. 3과 같다. 담금 직후 총 비타민 C는 큰 차이를 보이지 않았으나 함초분말의 첨가량이 증가할수록 총 비타민 C의 함량이 높았다. 열무 물김치의 발효가 진행됨에 따라 총 비타민 C 함량은 점차 증가하여 최대값을 보인 후 감소하였다. 대조구의 경우는 발효 6일, 1% 처리구는 발효 8일, 3와 5% 처리구는 발효 11일, 7% 처리구는 발효 13일에 최대값을 보인 후 산패기로 들어가면서 감소하는 경향을 보였다. 대조구는 발효 6일, 1% 처리구는 발효 8일 이후부터 다른 처리구에 비해 발효가 빨리 진행되어 급격하게 감소하였다. 7% 처리구의 경우 발효 19일까지는 가장 높은 값을 보였지만 발효 22일부터 큰 폭으로 감소하여 발효 말기에는 3, 5와 7% 처리구가 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 3과 5% 처리구의 경우 최대값을 보인 후 서서히 감소하여 발효 말기에도 총 비타민 C 함량을 유지하였다. 본 실험의 결과는 Moon 등(32)과 Park 등(33)의 동치미 연구에서도 발효가 진행됨에 따라 증가를 보이다 최대값을 나타낸 후 산패기에 들어가면서 감소한다는 결과와 일치하였고, Kim 등(34)의 들깨풀 첨가 열무 물김치에 관한 연구 결과와도 일치하는 경향을 보였다.

김치의 맛이 좋아지는 시기에 총 비타민 C가 증가하는 현상은 김치의 galacturonic acid가 숙성과정에서 polygalacturonase에 의해 분해되고, 이 galacturonic acid는 산성 쪽에서 쉽게 lactone으로 전환되는데 반해 총 비타민 C는 알칼리에서는 쉽게 파괴되나 산성(pH 4 부근)에서는 안정하기 때문이라고 하였다(35). 김치의 비타민 C를 분석한 연구(36)에서 총 비타민 C가 증가하다 점차 감소되어 산패기에는 30%만이 잔존한다고 하였고, 초기의 총 비타민 C 함량이 증가하는 이유는 채소의 펙틴이 분해되어 생긴 galacturonic acid가 그 기질이 되어 김치에 존재하는 미생물들의 일부와 열무 조직충의 총 비타민 C 합성효소(37)에 의해 총 비타민 C가 합성되기 때문이라고 하였다.

환원당

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치 국물의 환원당 변화는 Fig. 4와 같다. 맛을 나타내는 중요한 성분인 환원당의 경우 열무 물김치의 발효가 진행될수록 점차 증가하다가 대조구는 발효 6일, 1% 처리구는 발효 8일, 3과 5% 처리구는 발효 11일, 7% 처리구는 발효 13일에 최대값을

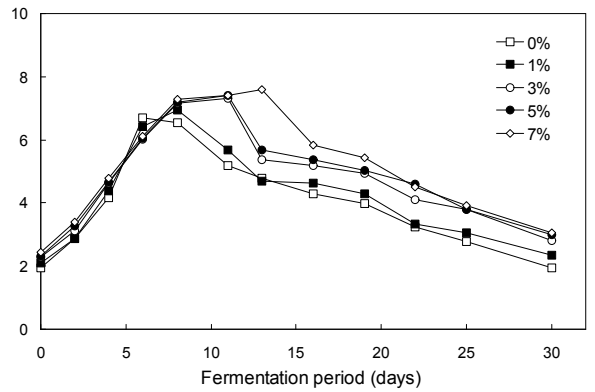

Fig. 3. Changes in total vitamin C of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10°C for 30 days.

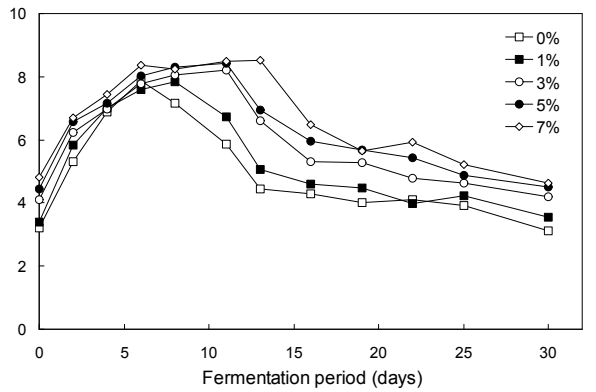

Fig. 4. Changes in reducing sugar contents of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10°C for 30 days.

보인 후 다시 감소하였다. 함초분말 첨가량이 증가할수록 환원당이 높았고, 대조구와 1% 처리구의 경우 최대값을 보인 후 발효가 빨리 진행되어 환원당 함량이 급격하게 감소하였다. 7% 처리구의 경우에도 발효 13일까지는 높은 값을 보이다가 발효 말기에는 환원당이 급격히 낮아졌다. 3%와 5% 처리구는 환원당의 최고값을 보인 후 완만하게 감소하는 결과를 보여 맛있는 맛을 유지하면서 발효가 지연되었다.

본 실험에서는 Jang과 Moon(38), Hwang과 Jang(39), Moon 등(32)의 동치미 실험에서 발효 숙성기간에 산의 증가와 더불어 환원당이 점진적으로 증가하며 산패 기간에 당분이 급격히 감소함을 나타내는 결과와 Yook 등(40)이 무김치의 환원당 실험에서 김치가 익을 때까지 환원당이 증가되었다가 그 이상이 되면 감소한다고 한 결과와 일치하였다. Kang 등(41)은 김치가 익어감에 따라 미생물이 대사 및 증식을 위해 당을 주된 영양원으로 이용하기 때문에 미생물의 번식과 다당류의 분해는 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또한 Cho와 Lee(42)는 환원당이 발효과정 중에 젖산발효균 등 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질들로 변하기 때문에 김치가 익어감에 따라 환원당 함량이 적어진다고 하였다. 환원당이 초기에 증가하였다가 최대값을 보인 후 감소하는 것은 열무에 있는 펙틴질이 자가소화효소에 의해 분해되어 당을 생성하기 때문에 증가하다 발효가 진행될수록 미생물이 번식하여 생성된 당을 영양원으로 이용하기 때문에 당이 감소하는 것으로 생각되었다.

본 실험의 결과는 Kim 등(34)의 열무 물김치 실험결과와 같이 발효 초기 환원당의 증가 후 적숙기 이후에 환원당이 감소하며 대조구에 비하여 높은 환원당을 유지한다는 보고와 일치하는 경향을 보였다.

탁도

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치 국물의 탁도는 Fig. 5와 같다. 담금 직후에서 발효 2일까지는 대조구에 비해 함초분말을 첨가한 처리구의 탁도가 높았고, 함초분말 첨가량이 증가할수록 높았다. 이는 함초에 있는 고형물들에 의해 발효 초기에 영향을 받아 담금 즉시 탁도가 다소 높았던 것으로 생각된다. 발효 4일 이후부터는 대조구의 탁도가 가장 높았고, 함초분말 첨가량이 증가할수록 낮았는데, 대조구와 1% 처리구의 탁도는 급격하게 증가하였다. 5와 7% 처리구는 다른 처리구에 비해 발효가 지연되었는데, 특히 7% 처리구가 가장 낮은 탁도를 보였으나, 발효가 진행되면서 가장 완만하게 증가한 것은 5% 처리구였다.

김치의 발효가 진행됨에 따라 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 많이 용출되어 국물의 맑은 정도가 감소하고 탁도는 증가하게 된다. 다른 처리구에 비해 탁도의 완만한 증가를 보인 5% 처리구의 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다.

본 실험결과는 Park 등(33), Hwang과 Jang(43), Jang과 Kim(44)의 동치미에 관한 연구와 Kim 등(34), Jang과 Pie(45), Jang과 Park(30)의 열무 물김치에 관한 연구에서 발효 초기에는 투명한 상태이다가 발효가 진행됨에 따라 점차 불투명한 용액으로 변화되어 탁도가 증가하였다는 결과와 일치하였다.

총균수

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치의 총균수의 변화는 Fig. 6과 같다. 모든 처리구에서 총균수는 발효가 진행되면서 증가하다가 최대균수를 보인 후 다시 감소하였다. 발효 초기부터 발효 7일까지는 대조구가 가장 많은 총균수를 나타냈고, 함초분말 첨가량이 증가할수록 적은 총균수를 보였다. 발효 초기에는 대조구의 총균수가 더욱 크게 증가하여 발효가 가장 빨리 진행되는 것으로 생각된다. 처리구별로 보면 대조구는 발효 6일, 1% 처리구는 발효 8일, 3와 5% 처리구는 발효 11일, 7% 처리구는 발효 13일에 최대균수를 보인 후 감소하였다. 즉, 함초분말의 첨가량이 증가할수록 초기 발효가 억제되는 것을 알 수 있었다.

한편 대조구와 1% 처리구는 다른 처리구에 비해 초기에는 높은 총균수를 보이다가 최대값을 보인 후에는 급격하게 감소하는 경향을 보여 빠르게 발효가 진행되는 것을 알 수

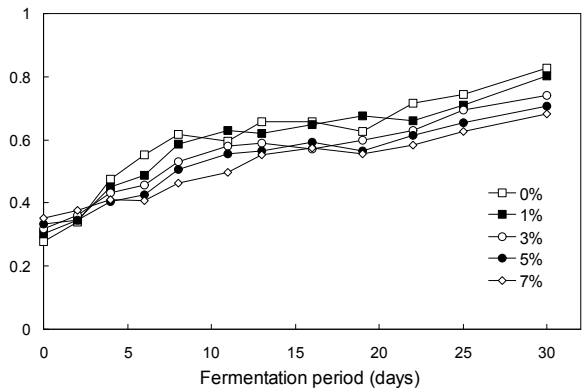

Fig. 5. Changes in turbidity of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10°C for 30 days.

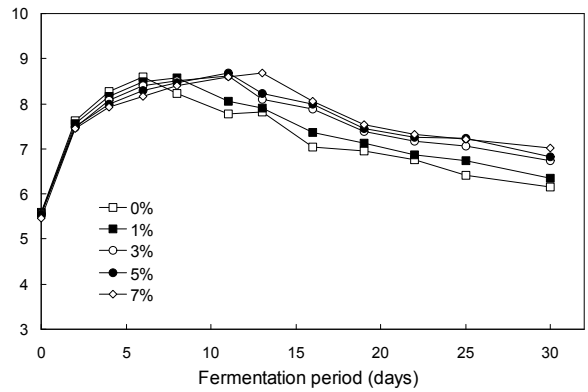

Fig. 6. Changes in total cell counts of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10°C for 30 days.

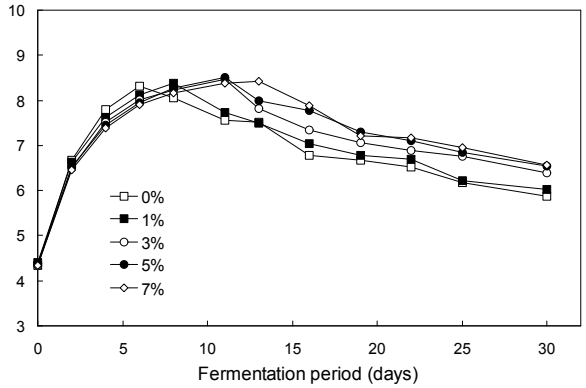

Fig. 7. Changes in lactic acid bacterial counts of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10°C for 30 days.

있었다. 발효 기간 동안 3과 5% 처리구가 가장 완만한 총균수의 증가와 감소를 보여 발효가 천천히 진행되었고, 이는 총 비타민 C와 환원당의 증감과도 같은 결과를 보였다.

본 실험 결과는 Kim 등(34), Jang과 Pie(45)의 열무 물김치실험과 같이 발효초기에 총균수가 크게 증가한 후 서서히 감소하여 비슷한 결과를 나타내었다.

젖산균수

함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치의 젖산균수 변화는 Fig. 7과 같다. 전반적인 경향은 총균수의 변화와 마찬가지로 발효초기에 증가하였다가 최대값을 보인 후 감소하는 결과를 보였다. 이 결과는 열무 물김치에 관한 연구(34,45), 동치미에 관한 연구(38,43,44), 나박김치에 관한 연구(46), 그리고 Cho와 Lee(42)의 연구 결과에서도 총균수와 젖산균수가 크게 증가하여 최대 균수를 나타낸 후 서서히 감소하는 결과와 같은 경향을 나타내었다.

대조구와 1% 처리구는 최대 균수를 보이기 전까지 다른 처리구에 비해 높은 젖산균수를 보이다가 최대 균수를 보인 후에는 급속하게 감소하여 총균수와 마찬가지로 초기부터 발효 말기까지 발효가 빨리 진행되는 것을 알 수 있었다.

함초분말 7% 첨가한 처리구의 경우 최대 균수를 보일 때까지는 가장 서서히 발효가 진행되었고 최대 균수를 보이는 발효일도 가장 늦었으며, 발효 말기까지도 높은 젖산균수를 유지하였지만 발효 19일 이후부터 5% 처리구에 비하여 다소 빠른 발효 양상을 보였다. 3%와 5% 처리구는 발효 전반적으로 가장 완만한 젖산균수의 증가와 감소를 보였고, 발효 말기까지도 높은 젖산균수를 유지하였다. 이는 다른 이화학적 특성 결과와도 일치하였고, 발효 말기까지 적당한 젖산균수를 유지하는 것은 적당한 젖산과 다양한 유기산의 생성을 촉진시켜 적숙기의 맛을 발효 말기까지 유지시켜 주는 것으로 생각된다.

관능검사

기호도: 함초분말 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치를 색, 냄새, 맛, 아삭한 정도 및 전반적인 기호도에 대해서 기호도 특성 검사를 평가한 결과는 Table 2와 같다.

색은 모든 발효일에서 유의적 차이를 보였으며($p<0.05$), 발효가 진행될수록 점차 감소하는 경향을 보였다. 발효 0일과 2일에는 대조구, 1%와 3% 처리구의 점수가 높았고, 함초분말 첨가량이 가장 많은 7% 처리구의 점수가 가장 낮은 점수를 받았다. 이는 함초분말 자체 색의 영향을 받아 많이 첨가될수록 발효 초기에는 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. 대조구의 경우 발효 8일 이후부터 발효 말기까지 가장 낮은 점수를 받았다. 발효 9일부터 발효 11일까지는 1%와 3% 처리구가 높은 점수를 받았고, 그 이후부터 발효 말기까지는 3% 처리구가 가장 높았으며, 그 다음으로 5% 처리구가 높은 점수를 받았다.

냄새는 13일을 제외한 모든 발효일에서 유의적인 차이를 보였고($p<0.05$), 발효가 진행될수록 모든 처리구의 점수가 높아졌다가 낮아지는 경향을 보였다. 발효 0일에서 6일까지는 대조구와 1% 처리구가 높은 점수를 받았으며, 함초분말 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 받았다. 발효 8일부터 말기까지 3와 5% 처리구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 점수를 받아 적숙기 이후부터는 함초분말을 첨가한 열무 물김치의 냄새를 꾸준히 좋아하는 것을 알 수 있었다. 특히 3% 처리구의 점수가 가장 높았던 반면, 함초분말을 가장 많이 첨가한 7% 처리구는 모든 발효일에서 다른 처리구비에 비해 낮은 점수를 받았는데 이는 함초의 독특한 향미 성분이 강했기 때문으로 생각된다.

맛은 모든 발효일에서 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 발효가 진행될수록 점수가 높아졌다가 적숙기에 최고 점수를 보인 후 낮아졌다. 발효 6일까지는 대조구가 함초분말을 첨가한 처리구보다 높은 점수를 받았고, 함초분말 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 받았다. 발효 6일까지는 함초분말 첨가 0, 1, 3%에서 높은 점수를 받았고 발효 8일 이후에는 3, 5%에서 점수가 높은 경향이었다. 발효 8일 이후부터는 대조구는 점수가 급격하게 감소하였고, 3과 5% 처리구는 발효 말기까지 꾸준히 높은 점수를 받아 맛을 좋아하였다. 이는 함초 특유의 향과 맛이 초기에 강하게 느껴지지만, 발효가 진행되면서 신냄새와 신맛의 증가로 독특한 향은 감소하고 또한 함초의 단맛이 살짝 베인 짠맛으로 음식에 이용하면 맛을 향상시켜(1) 주므로 높은 점수를 받은 것으로 생각된다. 반면 7% 처리구는 발효 초기부터 발효 말기까지 낮은 점수를 받아 함초분말을 많이 넣은 경우는 이화학적인 효과는 있지만 맛에서는 좋지 않은 평가를 받은 것으로 판단되었다. 가장 높은 점수를 받은 발효일을 보면 대조구는 발효 6일, 1% 처리구는 발효 8일, 3과 5% 처리구는 발효 11일, 7% 처리구는 발효 13일로, 이 결과는 총 비타민 C 함량, 환원당 함량, 젖산균수가 가장 높았을 때의 발효일과 일치하며, 함초분말 첨가량이 증가할수록 발효가 지연되는 것도 알 수 있었다. 특히 이화학적 특성에서 좋은 결과를 보인 3%와 5% 처리구는 발효 말기까지도 높은 점수를 받아 좋아하는

Table 2. Sensory evaluation results of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort during fermentation at 10℃ for 30 days

Sensory characteristics	Days	Saltwort (%)				
		0	1	3	5	7
Color	0	7.3±0.7[a1)]	7.5±0.6[a]	7.0±0.5[ab]	6.2±0.6[b]	5.3±0.6[c]
	2	7.6±0.5[a]	7.4±0.5[a]	7.2±0.3[a]	6.3±0.8[b]	5.0±1.1[c]
	4	6.6±0.4[a]	7.3±0.4[a]	7.1±0.5[a]	6.5±0.9[a]	5.2±1.0[b]
	6	6.4±0.4[ab]	7.2±0.6[a]	7.0±0.9[a]	6.8±0.8[a]	5.7±1.0[b]
	8	6.7±0.8[abc]	6.9±0.5[ab]	7.3±0.8[a]	6.5±1.0[bc]	6.0±1.0[c]
	11	5.3±1.0[c]	6.0±0.8[ab]	6.5±0.5[a]	5.8±0.5[bc]	5.5±0.5[bc]
	13	5.6±0.6[b]	5.8±0.9[b]	6.4±0.7[a]	6.0±0.6[ab]	5.6±1.0[b]
	16	4.8±0.6[c]	5.5±0.7[bc]	6.3±0.6[a]	5.9±0.7[ab]	5.1±1.0[c]
	19	4.5±0.6[b]	5.3±0.6[ab]	6.3±0.8[a]	5.8±1.3[a]	5.5±1.3[ab]
	22	4.8±0.8[c]	5.9±0.8[a]	6.0±0.6[a]	5.5±0.5[ab]	5.1±0.7[bc]
	25	4.2±0.8[c]	5.6±0.7[a]	5.8±0.6[a]	5.7±0.6[a]	4.8±0.6[b]
	30	4.4±0.7[c]	5.1±0.9[ab]	5.5±1.0[a]	5.4±0.4[a]	4.7±0.6[bc]
Smell	0	6.6±0.7[a]	6.4±1.1[a]	6.3±0.8[a]	5.5±0.8[b]	5.0±0.6[b]
	2	6.7±0.7[a]	6.8±0.6[a]	6.5±0.9[a]	5.2±0.8[b]	5.5±1.0[b]
	4	7.0±0.8[c]	7.4±0.5[a]	6.8±0.6[a]	6.4±0.9[ab]	5.7±1.0[b]
	6	7.6±0.7[a]	7.2±0.6[ab]	6.6±1.1[bc]	6.2±0.8[c]	5.1±1.1[b]
	8	7.0±0.9[a]	7.4±0.5[a]	7.3±1.0[a]	7.0±0.8[a]	5.5±1.0[b]
	11	6.3±0.8[b]	6.2±0.9[b]	7.5±0.9[a]	6.7±0.6[b]	6.8±0.7[b]
	13	6.4±0.9	6.5±1.2	7.0±0.8	6.8±1.2	6.4±0.7
	16	6.0±1.0[ab]	6.6±0.4[a]	6.4±0.5[a]	6.4±0.8[a]	5.6±1.0[b]
	19	5.9±1.1[b]	6.3±0.6[ab]	6.8±0.8[a]	6.3±1.1[ab]	5.7±0.9[b]
	22	5.0±0.7[c]	5.3±0.6[bc]	6.3±0.6[a]	5.7±0.8[b]	4.7±0.8[c]
	25	5.2±1.0[b]	4.8±1.1[bc]	6.0±0.5[a]	5.4±0.8[ab]	4.2±0.6[c]
	30	4.6±0.7[cd]	5.0±0.6[bc]	5.7±1.0[a]	5.3±0.6[ab]	4.1±0.8[d]
Taste	0	4.8±0.9[ab]	5.0±0.8[a]	4.6±1.2[ab]	4.0±1.0[bc]	3.6±0.7[c]
	2	5.7±1.2[a]	5.5±1.4[a]	5.3±1.0[a]	4.3±0.6[b]	4.1±0.7[b]
	4	6.2±0.6[a]	6.0±0.7[ab]	5.8±1.3[ab]	5.4±1.0[b]	4.4±0.4[c]
	6	7.0±0.6[a]	6.8±0.8[a]	6.5±0.7[ab]	6.3±1.0[ab]	5.9±1.1[b]
	8	6.5±0.5[a]	7.2±0.7[a]	7.0±0.6[a]	6.8±1.0[a]	5.7±1.2[b]
	11	6.1±1.0[c]	6.8±0.8[b]	7.5±0.5[a]	7.1±0.9[ab]	5.2±0.6[d]
	13	5.0±0.6[b]	6.0±0.8[a]	6.4±0.7[a]	6.2±0.8[a]	6.5±1.0[a]
	16	4.6±1.2[c]	5.5±0.7[b]	6.3±0.6[a]	6.4±0.7[a]	5.7±1.0[ab]
	19	4.8±0.3[c]	5.7±0.9[ab]	6.4±0.7[a]	6.0±1.1[ab]	5.3±1.0[bc]
	22	4.4±0.8[c]	5.2±1.0[b]	6.6±0.7[a]	6.3±0.9[a]	5.5±0.9[b]
	25	4.2±0.8[c]	5.0±1.2[b]	6.0±0.8[a]	5.7±0.6[ab]	5.2±0.9[b]
	30	3.8±1.0[b]	4.4±0.7[ab]	5.2±1.0[a]	5.0±0.9[a]	4.5±0.8[ab]
Crisp	0	7.7±0.5	7.8±0.5	8.0±0.6	7.9±0.3	7.8±0.2
	2	6.9±0.3[b]	7.0±0.8[b]	7.5±0.5[a]	7.7±0.2[a]	7.6±0.2[a]
	4	6.2±0.6[d]	7.1±0.4[b]	7.0±0.5[c]	7.4±0.4[b]	7.9±0.2[a]
	6	6.5±1.5[c]	6.8±0.4[bc]	7.2±0.2[ab]	7.0±0.2[bc]	7.6±0.6[a]
	8	6.6±0.4[b]	7.0±0.3[ab]	7.4±0.4[a]	6.8±0.5[b]	7.3±0.5[a]
	11	5.0±0.4[d]	6.0±0.5[c]	6.8±0.6[b]	7.0±0.8[ab]	7.5±0.6[a]
	13	4.5±0.4[c]	4.8±0.6[c]	6.6±0.4[b]	7.1±0.4[a]	7.3±0.7[a]
	16	4.3±0.8[c]	5.0±0.8[b]	6.7±0.4[a]	6.9±0.4[a]	7.0±0.4[a]
	19	4.3±0.2[d]	5.3±0.5[c]	6.3±0.2[b]	6.5±0.7[ab]	6.8±0.7[a]
	22	4.0±0.1[d]	4.5±0.3[c]	6.0±0.8[b]	6.4±0.4[a]	6.6±0.4[a]
	25	3.8±0.6[b]	4.2±0.8[b]	5.8±0.8[a]	6.0±0.6[a]	6.3±0.3[a]
	30	3.5±0.4[d]	4.1±0.5[c]	5.5±0.5[b]	5.8±0.8[ab]	6.1±0.7[a]
Overall acceptability	0	4.5±0.5[a]	4.2±0.3[b]	4.0±0.2[b]	4.1±0.4[b]	3.7±0.4[c]
	2	6.0±0.4[bc]	6.2±0.6[b]	6.6±0.4[a]	5.6±0.4[c]	4.8±0.6[d]
	4	6.6±0.4[ab]	6.4±0.3[ab]	6.8±0.4[a]	6.3±0.7[b]	5.0±0.8[c]
	6	7.3±0.7[a]	7.0±0.4[a]	7.2±0.6[a]	6.9±0.7[a]	6.2±0.4[b]
	8	6.8±0.8[bc]	7.5±0.5[a]	7.6±0.5[a]	7.2±0.7[ab]	6.7±0.7[c]
	11	6.6±0.4[bc]	6.5±0.4[c]	7.8±0.3[a]	7.5±0.5[a]	7.0±0.7[b]
	13	5.2±0.6[d]	6.0±0.5[c]	6.7±0.3[ab]	6.4±0.4[bc]	6.9±0.6[a]
	16	5.4±0.7[c]	5.8±0.8[bc]	6.5±0.6[a]	6.2±0.4[ab]	5.5±0.6[c]
	19	5.0±0.7[c]	5.5±0.7[bc]	6.7±0.4[a]	6.0±0.8[b]	5.7±0.4[b]
	22	4.6±0.8[c]	5.0±0.6[bc]	5.9±0.7[a]	5.6±0.4[ab]	5.0±0.7[bc]
	25	4.1±0.4[d]	4.5±0.6[c]	6.0±0.6[a]	5.3±0.3[b]	4.8±0.6[c]
	30	3.7±0.5[c]	4.3±0.4[b]	5.4±0.3[a]	5.2±0.4[a]	4.5±1.2[b]

[1)]Means with different letters in a row are significantly different from each other at α=0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

것을 알 수 있었다.

아삭한 정도는 발효 0일을 제외한 모든 발효 일에서 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 발효가 진행될수록 점수는 낮아졌으며, 발효 초기부터 말기까지 대조구에 비하여 함초분말 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 받았고, 특히 5와 7% 처리구가 발효 11일부터 말기까지 가장 높은 점수를 받았다. 김치는 시기가 지나면 식품 조직 내에 존재하는 펙틴의 분해로 인하여 연화현상이 일어나 품질이 저하되어 상품성이 떨어진다(6). 칼슘을 김치에 이용한 연구(11,12)결과에서 김치에 칼슘을 첨가하게 되면 배추 조직의 연화를 지연시켜 준다고 하여 본 연구의 결과 함초분말 첨가량이 증가할수록 아삭한 정도에서 높은 점수를 받은 것은 함초의 다량 함유되어 있는 칼슘 등의 무기질에 의해 열무의 조직이 연화되지 않고 발효 말기까지 아삭한 정도를 유지하였기 때문으로 생각된다.

전반적인 기호도는 모든 발효일에서 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 발효가 진행될수록 점수가 높아졌다가 대조구는 발효 6일에, 1% 처리구는 발효 8일, 3과 5% 처리구는 발효 11일, 7% 처리구는 발효 13일에 가장 높은 점수를 받은 후 점차 감소하였다. 대조구의 경우 발효 13일 이후부터 발효 말기까지 가장 낮은 점수를 받았고, 전체 발효기간 동안 3% 처리구가 가장 높은 점수를 받았다.

기호도 특성 평가 결과를 종합해 보면 7% 처리구를 제외하고 함초분말을 첨가한 처리구의 경우 대조구보다 높은 점수를 받았다. 색, 냄새, 맛, 아삭한 정도 및 전반적인 기호도의 모든 항목에서 전 발효기간에 걸쳐 3과 5% 처리구 순으로 바람직한 결과를 보였지만, 아삭한 정도는 5% 처리구를 더욱 좋아하였다. 이 결과는 총 비타민 C 함량, 환원당 함량, 젖산균수가 가장 높았을 때와 관능검사 결과 높은 점수를 받은 시기가 일치하며, 함초분말 첨가량이 증가할수록 발효가 지연되는 것도 알 수 있었다. 특히 이화학적 특성에서 좋은 결과를 보인 3과 5% 처리구는 관능검사 결과에서 발효 말기까지도 높은 점수를 받았다.

강도: 함초분말을 첨가량을 달리하여 담근 열무 물김치의 색, 신냄새, 이취, 시원한 맛, 신맛, 아삭한 정도의 특성에 대하여 강도 평가 결과를 실시하였다. 강도 평가 결과는 발효 0일, 최적 발효일인 발효 6일과 11일, 적숙기와 발효 말기의 중간인 발효 19일, 발효 말기인 30일을 선택하여 정량적 묘사분석인 QDA profile로 나타내었고, Fig. 8~12와 같다. 강도 특성 결과는 관능검사 점수가 9에 가까울수록 강하고 점수가 1에 가까울수록 약하다고 평가하였다.

색은 함초분말 첨가량이 많을수록 발효 초기부터 색이 강하며, 발효가 진행될수록 점수가 더 높아져 색이 더욱 진해지는 것으로 평가되었다. 담금 직후에 함초분말의 첨가량이 많을수록 색이 더 강한 것은 함초 특유의 색으로 인함이며, 발효가 진행될수록 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 많이 용출되어 국물의 맑은 정도가 감소하고 탁도는 증가하면서 점수가 높아진 것으로 생각된다. 3과 5% 처리구의 경우

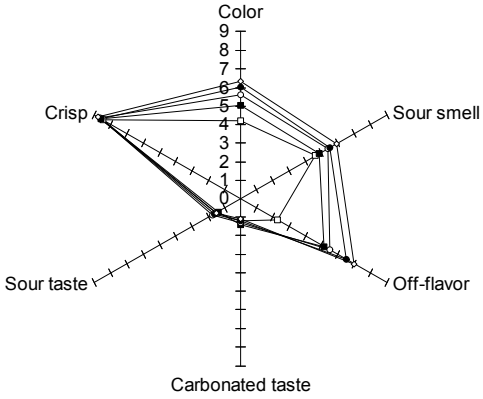

Fig. 8. QDA profiles on the sensory evaluations of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort on the preparation of fermentation at 10°C. —□— 0%, —■— 1%, —○— 3%, —●— 5%, —◇— 7%.

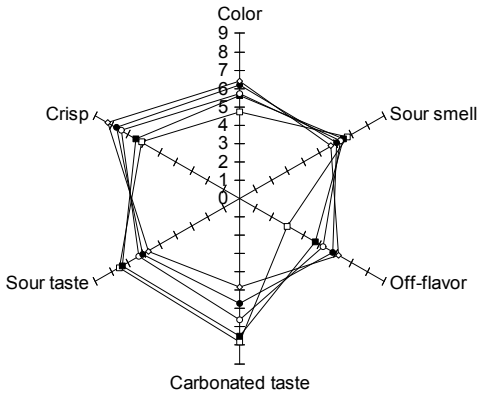

Fig. 9. QDA profiles on the sensory evaluations of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort on the 6th-day of fermentation at 10°C. —□— 0%, —■— 1%, —○— 3%, —●— 5%, —◇— 7%.

발효 초기의 색과 비교하였을 때 변화가 다른 처리구보다 적은 것을 알 수 있었다. 이는 탁도의 결과와도 일치하는 경향이다.

신냄새의 경우 발효 0일에는 함초분말의 첨가량이 증가할수록 점수가 높아 냄새가 강하다고 하였는데, 이는 함초 특유의 향에 영향을 받은 것으로 생각된다. 발효가 진행될수록 신냄새가 증가하면서 모든 처리구의 점수가 높아졌으며, 특히 0과 1% 처리구의 점수는 다른 처리구에 비해 더욱 높아졌다. 이는 발효가 빨리 진행되면서 신냄새가 급격하게 증가했기 때문이며, 3과 5% 처리구의 냄새는 강하지 않은 것으로 평가되었다.

이취는 발효 초기 함초분말의 첨가량이 증가할수록 강한 것으로 평가되었고, 발효가 진행될수록 신냄새의 증가로 이취는 감소하는 경향을 보였다. 7% 처리구의 경우 발효 말기에도 여전히 이취가 강하게 평가되었다. 이 결과는 기호도의 냄새의 결과에서 7% 처리구가 발효 전반적으로 가장 낮은 점수를 받은 것과 일치하였다.

시원한 맛은 발효가 진행될수록 증가하여 0과 1% 처리구

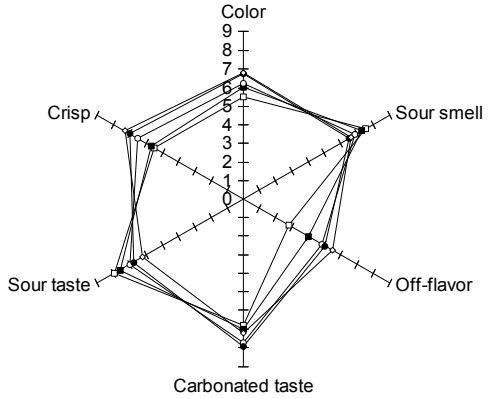

Fig. 10. QDA profiles on the sensory evaluations of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort on the 11th-day of fermentation at 10°C. —□— 0%, —■— 1%, —○— 3%, —●— 5%, —◇— 7%.

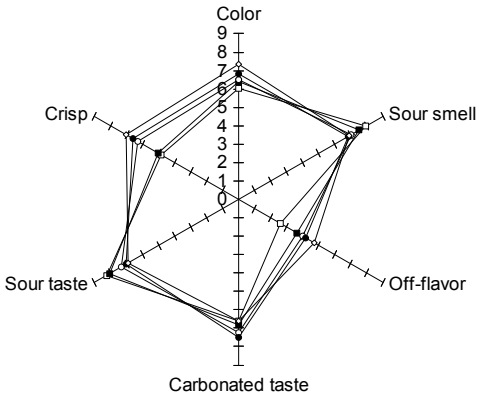

Fig. 11. QDA profiles on the sensory evaluations of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort on the 19th-day of fermentation at 10°C. —□— 0%, —■— 1%, —○— 3%, —●— 5%, —◇— 7%.

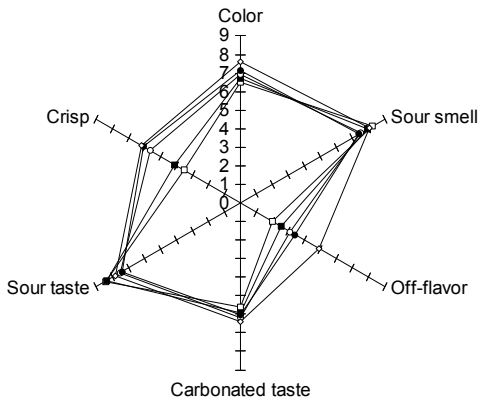

Fig. 12. QDA profiles on the sensory evaluations of *Yulmoo Mul-kimchi* prepared with different levels of saltwort on the 30th-day of fermentation at 10°C. —□— 0%, —■— 1%, —○— 3%, —●— 5%, —◇— 7%.

는 발효 6일, 3%, 5와 7% 처리구는 발효 11일에 가장 높은 점수를 받은 후 발효 말기로 갈수록 신맛과 신냄새로 인한 시원한 맛은 점차 감소하였다. 3과 5% 처리구의 경우 발효 말기까지도 시원한 맛이 오래 지속되었다.

신맛은 발효가 진행될수록 증가하였다. 발효 6일부터 발효 말기까지 0%, 1% 처리구가 다른 처리구에 비하여 높은 점수를 받아 발효가 빨리 진행되는 것으로 나타났다. 반면, 3과 5% 처리구의 경우 발효 말기까지 다른 처리구에 비해 낮은 점수를 받아 이화학적 결과인 pH와 총산의 결과와도 일치하였고, 기호도 검사의 맛의 결과에서도 발효 말기까지 높은 점수를 받은 것과도 일치하였다.

아삭한 정도는 모든 처리구에서 발효가 진행될수록 점수가 낮아졌다. 특히 대조구의 아삭한 정도가 발효 6일 이후부터 급격하게 낮아졌지만 함초분말을 첨가한 처리구는 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 받았다. 이 결과는 기호도 검사의 아삭한 정도와 같이 함초에 들어있는 칼슘 등의 무기질이 작용하여 열무의 연화현상이 억제되는 것으로 생각된다.

강도 특성 평가 결과를 종합해 보면 색은 함초분말 첨가량이 증가할수록 진하였으며, 3과 5% 처리구의 경우 발효 초기의 색과 비교하였을 때 다른 처리구보다 변화가 적은 것을 알 수 있었다. 신냄새의 경우 발효가 진행될수록 3과 5% 처리구의 냄새는 강하지 않은 것으로 평가되었고, 이취는 7% 처리구의 경우 발효 말기에도 여전히 강하게 평가되었다. 3과 5% 처리구의 경우 발효 말기까지도 시원한 맛이 오래 지속되었고, 발효 말기까지 다른 처리구에 비해 신맛에서도 낮은 점수를 받았다. 아삭한 정도는 대조구의 경우 발효 6일 이후부터 급격하게 낮아졌지만 함초분말을 첨가한 처리구는 첨가량이 증가할수록 높은 점수를 받았다.

요 약

본 연구는 함초를 이용하기 위한 목적으로 열무 물김치에 함초분말 첨가량을 달리하였을 때의 맛과 저장성에 미치는 영향을 알아보고, 최적의 함초분말 첨가량을 찾고자 하였다. 함초는 분말을 사용하였으며, 대조구는 함초분말을 첨가하지 않고 재제염만을 사용하였다. 실험 처리구는 대조구에 사용한 재제염의 무게에 대하여 1, 3, 5, 7%의 함초분말을 재제염의 양을 줄이고 각각 달리하여 첨가하였다. 열무 물김치를 담금 후 10°C에서 30일 동안 발효시키면서 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성을 알아본 결과는 다음과 같다. 3%와 5% 처리구의 pH가 다른 처리구에 비해 발효 말기까지 완만하게 감소하였다. 총산은 발효가 진행됨에 따라 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, 5% 처리구가 가장 완만한 총산의 증가를 보였다. 총 비타민 C 함량은 발효가 진행됨에 따라 모든 처리구가 증가하다가 대조구는 발효 6일에, 1% 처리구는 발효 8일에, 3과 5% 처리구는 발효 11일에, 7% 처리구는 발효 13일에 최대값을 보인 후에 다시 감소하였다. 함초분말의 첨가량이 증가할수록 총 비타민 C 함량이 높았다. 함초분말 첨가량이 증가할수록 환원당 함량이 높게 나타났으며, 특히 3과 5% 처리구의 경우 발효기간 동

안 완만하게 감소하여 발효 말기까지 높은 값을 유지하였다. 탁도는 담금 직후에는 대조구보다 함초분말을 첨가한 처리구에서 탁도가 더 높았으나, 발효가 진행됨에 따라 대조구의 탁도가 더 높아졌고 5% 처리구의 경우 발효 말기까지 가장 완만한 증가를 보였다. 총균수와 젖산균수는 모든 처리구에서 발효가 진행됨에 따라 급격하게 증가하여 최대균수를 보인 후 다시 서서히 감소하였다. 3%와 5% 처리구가 발효가 진행되는 동안 가장 완만한 젖산균수의 증감을 보였다. 관능검사의 기호도 특성에서는 담금 직후부터 발효 말기까지 전반적으로 모든 항목에서 3%와 5% 처리구가 전반적으로 높은 점수를 받았다. 강도 특성은 발효가 진행됨에 따라 모든 처리구에서 이취와 아삭아삭한 정도는 감소하였고, 색, 냄새, 시원한 맛, 신맛은 증가하였다. 이상의 결과에서 열무 물김치에 함초분말을 3과 5% 첨가한 처리구가 이화학적 및 미생물학적인 실험 결과에서 발효를 지연시키고 적숙기를 연장시켜 주었으며, 관능검사 결과에서도 발효 말기까지 꾸준히 높은 점수를 받았다. 그러므로 열무 물김치를 담글 때 함초분말을 3~5% 첨가하는 경우 발효를 지연시켜 주어 맛과 저장성을 향상시켜 줄 것으로 기대된다.

문 헌

1. Han SK, Kim SM, Pyo BS. 2003. Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 46-49.
2. Lee JS, Dun BS. 1988. Studies on the vegetation of the salt marsh in the southwestern coast of Korea. *Korean J Ecology* 11: 175-192.
3. Han SK, Kim SM. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 207-210.
4. Jo YC, Ahn JH, Chon SM, Lee KS, Bae TJ, Kan DS. 2002. Studies on pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Medicinal Crop Sci* 10: 93-99.
5. Jang MS, Yoon SJ. 2003. *Korean food.* Hyoilbooks, Seoul, Korea. p 321.
6. Kim HJ, Lee JJ, Chung KS, Choi SY. 1999. Pectin-degrading enzymes of *kimchi* ingredients. *Korean J Food Sci Technol* 31: 263-266.
7. Hahn YS. 2003. Effect of ethanol and/or organic acids on the growth of *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Kluyveromyces marxianus* identified from *Mul-kimchi*. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 425-432.
8. Jang SY, Kim OM, Jeong YJ. 2004. Effect of liquid calcium addition on the quality of *Kimchi* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 11: 472-477.
9. Kim MJ, Kim MH, Kim SD. 2003. Effect of water extracts of shellfish on fermentation and calcium content of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 161-166.
10. Park WP, Park KD, Cheong YJ, Lee IS. 2002. Effect of calcium powder addition on the quality characteristics of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 428-432.
11. Oh YA, Kim SD. 1995. Effect of salting in salt solution added calcium chloride on the fermentation of *Baechu kimchi*. *J East Asian Soc Dietary Life* 5: 287-298.
12. Oh YA, Kim SD. 1997. Changes on enzyme activities of salted Chinese cabbage and *kimchi* during salting and fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 404-419.
13. Kim DS, Kim ID, Park IK, Kim MH, Youn KS. 1999. Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of *kimchi*. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 333-338.
14. Lee MJ, Kim HS, Lee SC, Park WP. 2000. Effects of sepiaeos addition on the quality *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 592-596.
15. Kim SD, Kim MH, Kim ID. 1996. Effects of crab shell on shelf-life enhancement of *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 907-914.
16. Lee JT, An BJ. 2002. Detection of physical activity of *Salicornia herbacea*. *Kor J Herbology* 17: 61-69.
17. Lee JT, Jeong YS, An BJ. 2002. Physiological activity of *Salicornia herbacea* and its application for cosmetic materials. *Kor J Herbology* 17: 51-60.
18. Shin KS. 2002. Chemical components of native plant, *Salicornia herbacea* L. *Korean J Plant Res* 15: 216-220.
19. Cha JY, Jeon BS, Park JW, Kim BK, Jeong CY, Ryu JS, Choi CK, Cho YS. 2004. Hypocholesterolemic effect of yogurt supplemented *Salicornia herbacea* extract in cholesterol-fed rats. *Journal of Life Science* 14: 747-751.
20. Lee CH, Kim IH, Kim YE, Oh SW, Lee HJ. 2004. Determination of betaine from *Saliconia herbacea* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1584-1587.
21. Han SK. 2004. Antioxidant effect of fermented *Salicornia herbacea* L. liquid with EM (effective microorganism) on pork. *Korean J Food Sci Anl Resour* 24: 298-302.
22. An HK, Hong GJ, Lee EJ. 2010. Properties of sponge cake with added saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Culture* 25: 47-53.
23. Kim MH, Shin MK, Hong GJ, Kim KS, Lee KA. 2010. Quality assessment of soybean curd supplemented with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Cookery Sci* 26: 406-412.
24. Cho YS, Kim SI, Han YS. 2008. Effect of slander glasswort extract yogurt on quality during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 212-221.
25. Jung BM, Jung SJ, Kim ES. 2010. Quality characteristics and storage properties of gat kimchi added with oyster shell powder and *Salicorinia herbavea* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 188-197.
26. Chyun JH, Rhee HS. 1976. Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide producted in different *Kimchies*. *Korean J Food Sci Technol* 8: 90-94.
27. Miller GL. 1958. Use of dinitrosalicylic acid reagent determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
28. Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG. 1994. *Bergey's manual systematic bacteriology*. Williams & Wilkin, Baltimore, MD, USA. p 1043-1234.
29. Lee MR, Rhee HS. 1990. A study on flavor compounds of *Dongchimi*. *Korean J Soc Food Sci* 6: 1-8.
30. Jang MS, Pack JE. 2004. Effect of Maesil (*Prunus mume Sieb.* et Zucc) juice on *Yulmoo Mul-kimchi* fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 511-519.
31. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1988. Some quality changes fermentation of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
32. Moon SW, Cho DW, Park WS, Jang MS. 1995. Effect of salt concentration on *Dongchimi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 11-18.
33. Park JE, Moon SW, Jang MS. 2005. Physicochemical properties of *Dongchimi* added with gatt (*Brassica juncea*). *Food Sci Biotechnol* 4: 21-27.
34. Kim HR, Park JE, Jang MS. 2002. Effect of perilla seed paste on the *Yulmoo Mul-kimchi* during fermentation.

Korean J Soc Food Cookery Sci 18: 290-299.
35. Jang MS, Kim NY. 1999. Effects of salting methods on the physicochemical properties of *Kakdugi* fermentation. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 15: 61-67.
36. Lee HO, Lee HJ, Woo SJ. 1994. Effect of cooked glutinous rice flour and soused shrimp on the changes of free amino acid, total vitamin C and ascorbic acid contents during *Kimchi* fermentation. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 10: 225-231.
37. Lee TY, Lee JW. 1981. The change of vitamin C content and the effect of galacturonic acid addition during *Kimchi* fermentation. *J Korean Agricultural Society* 24: 139-144.
38. Jang MS, Moon SW. 1995. Effect of licorice root (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) on *Dongchimi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 744-751.
39. Hwang JH, Jang MS. 2001. Physicochemical properties of *Dongchimi* added with *Jasoja* (*Perillae semen*). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 555-564.
40. Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY. 1985. Preheating treatment for prevention of tissue softening of radish root *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 17: 447-453.
41. Kang KO, Sohn HJ, Kim WJ. 1991. Changes in chemical and sensory properties of *Dongchimi* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23: 267-271.
42. Cho Y, Lee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *Kimchi* fermentation (1). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 7: 15-25.
43. Hwang JH, Jang MS. 2000. Sensory and microbiological properties of *Dongchimi* added with *Jasoja* (*Perillae semen*). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 16: 557-567.
44. Jang MS, Kim NY. 1997. Physicochemical and microbiological properties of *Dongchimi* added with citron (*Citrus junos*). *Korean J Soc Food Sci* 13: 286-292.
45. Jang MS, Pie JE. 1995. Effect of preparation methods on *Yulmoo Kimchi* fermentation. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 990-997.
46. Moon SW, Jang MS. 2000. Effects of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) on the sensory and microbiological properties of *Nabak Kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 822-831.

(2011년 5월 4일 접수; 2011년 7월 11일 채택)