

고추냉이 첨가가 동치미의 발효 중 이화학적 특성에 미치는 영향

장명숙[†] · 박정은

단국대학교 식품영양학과

Effect of *Wasabi* (*Wasabia japonica* Matsum) on the Physicochemical properties of *Dongchimi* during Fermentation

Myung-Sook Jang[†] and Jung-Eun Park

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

The application of *Dongchimi* added with *Wasabi* for the improvement of quality was scientifically explored by reviewing the optimum level and its effect on the physicochemical property of product of fermentation. The final weight percentage of *Wasabi* in *Dongchimi* was adjusted to 0, 3, 5, 7 and 9%, per radish, each respectively. Following the fermentation of *Dongchimi*, the 7% treatment contained the highest pH and the lowest total acidity. The total vitamin C and reducing sugar content increased initially to the certain time of fermentation depending on the level of *Wasabi*, and the 7% treatment decreased later. The optimum levels of *Wasabi* in *Dongchimi* obtained through experiments were 5% and 7% per added radish weight, preferably 7% for fermentation-retarding effect of the product.

Key words: *Dongchimi*, *Wasabi* (*Wasabia japonica* Matsum), fermentation

서 론

고추냉이(*Wasabia wasabi* Matsum)는 십자화과에 속하는 다년생 식물로 한랭한 계곡에서 자생하며 냉지에서 재배되며, 일명 와사비로 불리는 향신료 작물로 일본이 원산지로서 우리나라에서도 자생하고 있고, 매운맛이 있는 냉이라는 뜻으로 고추냉이라 부르며 일명 방부초로 알려져 있다(1,2). 고추냉이의 성분으로 sinigrin과 신미성분인 allylisothiocyanate를 함유하고 있다. 신미성분은 allylisothiocyanate가 주체이고 allylisothiocyanate와 phenylethyl isothiocyanate가 3:1의 비율로 혼합된 배당체의 형태로 존재하며 이 배당체 자체는 매운맛이 없으나 고추냉이를 절단하거나 마쇄하여 조직이 파괴되면 조직내에 존재하는 myrosinase에 의해 배당체가 가수분해되어 매운맛을 나타내게 된다(3-5). Allylisothiocyanate는 세균, 효모, 곰팡이와 대장균 성장을 억제하는 효과(6-11)가 있는 것으로 식품에 강한 방부작용을 하고 식품의 맛을 좋게 하고 식욕 및 소화작용을 돕는 효과, 혈소판응집의 억제활성(12) 등이 있는 것으로 알려져 있고, 류머티즘, 신경통에 생약재로 쓰이고 있다(1). 고추냉이는 주로 회, 초밥, 국수류 등 일본인의 식생활에 필수적으로 이용되고 있고 우리나라에서도 냉면을 먹을 때 냉면 국물에 첨가하여 먹고 있다.

고추냉이에 대한 국내 연구로는 고추냉이의 항균효과(2,

13-16)와 분말로 가공하여 장류에 첨가했을 때의 미생물 생육 저해 효과에 관한 연구(17,18), 고추냉이 분말의 신미와 색상에 관한 연구(19), 고추냉이의 신미성분 함량에 관한 연구(20), 고추냉이 분말이 스펀지 케이크의 품질에 미치는 영향에 관한 연구(21) 등이 있을 뿐 생것을 김치에 첨가하여 김치의 저장성에 관한 연구는 거의 이루어져 있지 않은 실정이다.

동치미는 배추김치와 달리 부재료를 적게 사용하고 고춧가루를 쓰지 않으면서 국물을 많이 넣어 담그는 것으로, 신선한 신맛과 짠맛 그리고 무의 조직감으로 우리 식단에서 중요한 위치를 차지하고 있다(22). 동치미는 발효 식품으로 일정기간이 지나면 맛이 저하되므로 동치미의 저장성을 높이기 위한 연구가 이루어지고 있다(23).

본 연구에서는 동치미의 저장성 향상을 위한 천연 첨가제로서의 고추냉이의 이용가능성을 모색하기 위해 고추냉이를 첨가한 동치미의 발효 중 이화학적 특성을 연구하여 동치미의 저장성을 향상시키고 고추냉이의 사용 가능성을 모색하여 보았다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 무(태백, 고창산 재래종), 쪽파, 마늘, 생강은 국내산을 구입하였고, 소금은 순도 88% 이상인 재제염

[†]Corresponding author. E-mail: msjang1@dankook.ac.kr
Phone: 82-2-709-2429, Fax: 82-2-792-7960

(샘표)을 사용하였다. 고추냉이 근경은 강원도 철원에서 재배한 것을 2002년 12월에 철원에서 직접 구입하였다.

동치미 담그기

무는 깨끗이 씻어 물을 뺀 후 양끝에서 5 cm씩 잘라내고 4×1.5×1 cm의 크기로 썰어 사용하였다. 고추냉이는 길이 20~25 cm, 지름 3~3.5 cm 되는 것을 양끝에서 2 cm씩 잘라내고 두께 0.2 cm되게 얇게 저며 멸균된 2겹의 거즈 주머니에 넣어 사용하였다. 부재료인 마늘, 생강은 다듬은 후 깨끗이 씻어 얇게 썰었고, 쪽파는 2~3뿌리씩 말아 묶어 사용하였다. 부재료는 무 무게에 대하여 쪽파 1%, 마늘 0.5%, 생강 0.3% 비율로 첨가하였고, 국물을 맑게 하기 위하여 2겹의 멸균한 거즈로 만든 주머니에 넣어 사용하였다. 동치미 담금액은 증류수에 재제염을 사용하여 소금농도 2.5%(w/v)로 하였으며, 사용한 무와 동치미 담금액의 비율은 1:1.5(w/v)로 하였다. 투명한 유리병에 준비한 무와 부재료를 넣고 동치미 담금액을 부어 동치미를 담그었다.

고추냉이 첨가량은 무 무게에 대하여 0, 3, 5, 7, 9% 비율로 2겹의 멸균된 거즈 주머니에 넣어 동치미 국물에 각각 첨가하였다. 담금 즉시 10°C 냉장고에서 55일간 발효시키면서 이화학적 특성을 측정하였다.

pH

동치미 국물을 그대로 사용하여 pH를 측정하였으며 실온에서 pH meter(Model 420A, Orion Co., USA)로 측정하였다.

총산도

총산은 동치미 국물 10 mL를 0.1 N NaOH용액으로 phenolphthalein 변색점인 pH 8.3까지 중화 적정하는데 소요된 0.1 N NaOH의 소비량을 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도(% w/v)로 표시하였다(24).

총 비타민 C

총 비타민 C 함량은 2,4-dinitro phenyl hydrazine법(25)에 따라 정량하였다.

환원당

환원당은 표준곡선 안에 당농도가 들어오게 희석한 후 DNS(dinitrosalicylic acid)방법(26)으로 분석하였다.

탁도

탁도는 분광광도계(Model 340, Sequoia-Turner, USA)를 사용하여 파장 558 nm에서 흡광도를 측정하였다.

색도

색차계(Tri-Stimulus colorimeter, JC-801S, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 lightness(L), redness(a), yellowness(b), $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 값을 측정하였다. 측정은 5회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

pH 변화

고추냉이 첨가량을 0, 3, 5, 7, 9%로 달리하여 담근 동치미를 10°C에서 55일간 발효시킨 동치미 국물의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 고추냉이의 pH는 5.98로 담금 직후 고추냉이 첨가량이 증가할수록 고추냉이 자체의 pH에 영향을 받아 낮은 pH를 보였다. 동치미 발효 6일까지는 대조구에 비해 고추냉이 첨가량이 증가할수록 pH는 낮았고, 발효 10일 이후부터는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 높은 pH를 나타내었다. 동치미 발효 22일부터는 고추냉이 5%와 7% 첨가한 처리구의 pH가 다른 처리구에 비해 높았고, 특히 발효 말기로 갈수록 7% 처리구의 pH가 가장 높았다. 고추냉이를 첨가하지 않은 대조구의 경우 발효 10일부터 발효 말기까지 가장 낮은 pH를 나타내어 고추냉이를 첨가하지 않은 처리구의 발효가 빨리 진행되는 것을 알 수 있었다. 고추냉이를 5%와 7% 첨가한 처리구의 pH가 완만하게 감소하는 것으로 보아 동치미의 적숙기부터 발효말기까지의 발효를 지연시켜 주는 것을 알 수 있었다. 7% 처리구가 다른 처리구에 비해 적숙기 이후의 발효를 지연시켜 적숙기 pH를 오랫동안 유지하였다.

동치미의 최적숙기를 pH 3.9±0.1(27)이라 볼 때 본 실험에서는 대조구와 3% 처리구는 발효 8~16일, 5% 처리구는 발효 8~22일, 7% 처리구는 발효 10~30일, 9% 처리구는 발효 10~19일까지 적숙기의 pH를 유지하였다. 본 실험의 결과는 김치에 있어서 발효 초기에 급격한 pH의 감소가 나타나고 전체 발효 기간동안 pH 3.0이하로 낮아지지 않는다는 실험결과(28-30)와 일치하는 경향이였다.

총산도 변화

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 총산도 변화는 Fig. 2와 같다. 담금 직후에는 처리구에 따라 크게 차

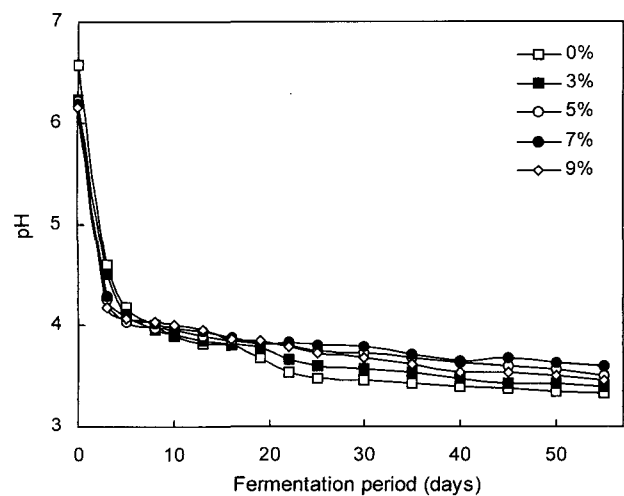


Fig. 1. Changes in pH of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

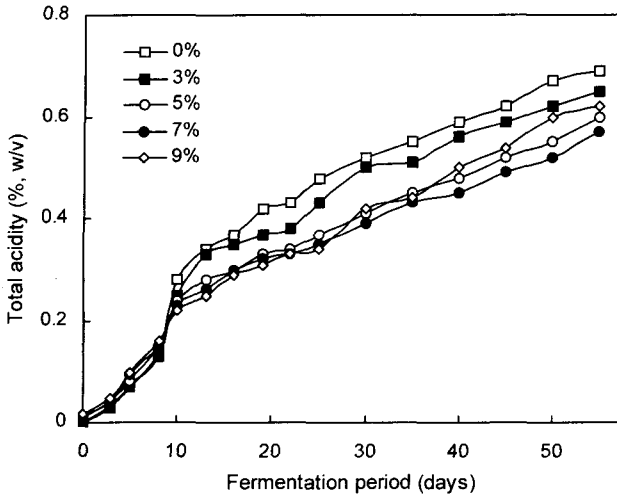


Fig. 2. Changes in total acidity of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

이가 있지는 않았지만, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 다소 높은 총산도를 보였다. 발효 8일까지는 대조구에 비해 고추냉이 첨가한 처리구의 총산이 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 높은 총산을 보였다. 발효 10일 이후부터는 발효 말기까지는 대조구의 총산이 가장 높았고, 고추냉이 5%와 7% 첨가한 처리구의 총산이 다른 처리구에 비해 낮았다. 9% 처리구는 발효 25일까지는 낮은 총산을 보이다가 발효 30일 이후부터는 오히려 높은 총산을 보였고, 7% 처리구는 발효 10일부터 발효 말기까지 가장 낮은 값을 보였다. pH의 경향과 같이 총산에서도 고추냉이 7% 첨가한 처리구는 발효 10일 이후부터 발효 말기까지 다른 처리구에 비해 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다.

Ku 등(31)은 김치에 있어서 pH와 총산은 중요한 품질지표로서 발효 과정 중 무나 배추에 함유된 각종 효소들과 미생물의 번식으로 인하여 주요성분이 분해되고 또한 재합성이 이루어져 여러 유기산들이 만들어지고 김치 특유의 신선한 맛을 주게 되는데 이러한 유기산의 생성이 발효 중 김치의 pH를 낮아지게 하고 총산은 점차로 증가하게 하는 원인이 된다고 하였다.

동치미 발효 중기와 말기 사이에는 pH 값이 크게 변화 없이 서서히 낮아지는데 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 않기 때문에 신맛의 강약은 pH보다는 총산에 의하여 결정되는 것(32)이라고 할 수 있다.

총 비타민 C 변화

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 총비타민 C 변화는 Fig. 3과 같다. 동치미의 발효가 진행됨에 따라

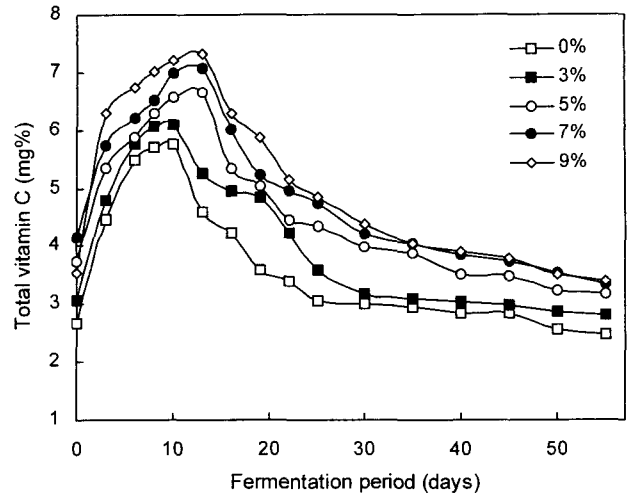


Fig. 3. Changes in total vitamin C of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

총비타민 C 함량은 점차로 증가하여 최대값을 보인 후 감소하였다. 대조구와 3% 처리구는 발효 10일에, 5%, 7%와 9% 처리구는 발효 13일에 최대값을 보였다. 고추냉이 첨가량이 증가할수록 총비타민 C가 높아졌다. 대조구와 3% 처리구는 발효 13일부터 빠른 속도로 감소하여 발효 말기에는 낮은 총비타민 C를 보였다. 반면, 7% 처리구는 다른 처리구에 비해 서서히 감소하여 발효 말기에는 9% 처리구와 차이를 보이지 않았다.

본 실험의 결과는 김(33)보고에서도 숙성초기에는 총비타민 C 함량이 증가하고 산패기에 들어서면서부터 감소한다는 보고와 Moon 등(34)과 Park(35)의 연구에서 발효가 진행됨에 따라 증가를 보이다 최대값을 나타낸 후 산패기에 들어가면서 감소한다는 결과와 일치하였다.

맛이 좋아지는 시기에 총비타민 C가 증가하는 현상은 김치의 galacturonic acid가 숙성과정에서 polygalacturonase에 의해 분해되고, 이 galacturonic acid는 산성쪽에서 쉽게 lactone으로 전환되는데 반해 총비타민 C는 알칼리에서는 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정하기 때문이라고 하였다(36). 총비타민 C가 증가하다 점차 감소되어 산패기에는 30%만이 잔존한다(37)고 보고되었는데, 초기의 총비타민 C 함량이 증가하는 이유는 채소의 펙틴이 분해되어 생긴 galacturonic acid가 그 기질이 되어 김치에 존재하는 미생물들의 일부와 무조직중의 총비타민 C 합성효소(38)에 의해 총비타민 C가 합성되기 때문이라고 하였다.

환원당 변화

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 환원당 변화는 Fig. 4와 같다. 맛을 나타내는 중요한 성분인 환원당의 경우 동치미의 발효가 진행될수록 점차로 증가하다가 대조구는 발효 8일에, 3% 처리구는 발효 10일에, 5%, 7%, 그리고 9% 처리구는 발효 13일에 최대값을 보인 후 다시 감소하

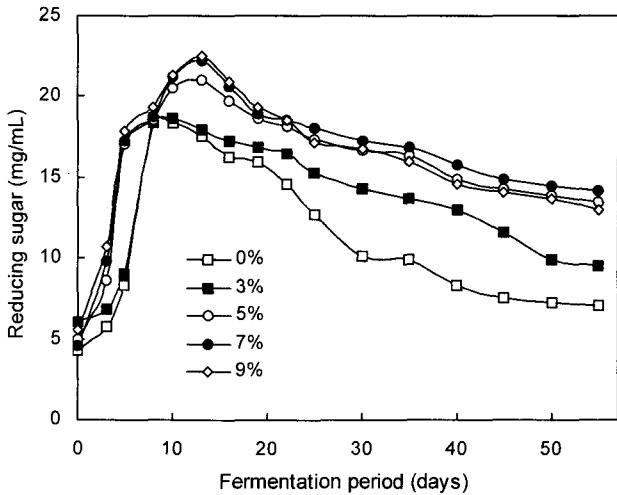


Fig. 4. Changes in reducing sugar content of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

였다. 고추냉이 첨가량이 증가할수록 환원당이 높았고, 대조구의 경우 발효 22일 이후부터는 급격하게 감소하여 발효 말기에는 다른 처리구에 비해 환원당 아주 낮아 가장 빠르게 발효가 진행되었음을 알 수 있었다. 9% 처리구의 경우에도 발효 30일까지는 높은 값을 보이다가 발효 말기로 갈수록 5%와 7% 처리구보다 환원당이 낮아져 발효 중기이후부터 발효 말기에는 빠르게 발효가 진행됨을 알 수 있었다. Jang과 Moon(39), Hwang과 Jang(40), Park(35)의 동치미 실험에서 발효 숙성기간에 산의 증가와 더불어 환원당이 점진적으로 증가하며 산패 기간에 당분이 급격히 감소함을 나타내는 결과와 Yook 등(41)이 무김치의 환원당 실험에서 김치가 익을 때까지 환원당이 증가되었다가 그 이상이 되면 감소한다는 결과와 일치하였다.

발효 초기부터 발효 말기까지 5%와 7% 처리구의 환원당이 높았으며, 7% 처리구는 발효 중기 이후부터는 환원당이 가장 높아 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다.

Kang 등(42)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(43)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 무에 있는 펙틴질이 자가효소에 의해 분해되어 당을 생성하기 때문에 증가하다 발효가 진행될수록 미생물이 번식하여 생성된 당을 영양원으로 이용하기 때문에 당이 감소하는 것으로 생각된다.

탁도 변화

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 탁도는

Fig. 5와 같다. 담금 직후의 탁도는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 조금 높았다. 발효 8일까지는 대조구에 비해 고추냉이 첨가한 처리구의 탁도가 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 탁도가 높아졌는데, 이는 고추냉이에 있는 고형물들이 발효 초기에 우러나와 그것에 영향을 받아 담금 즉시 탁도가 다소 높은 것으로 생각된다. 발효 10일 이후부터는 대조구의 탁도가 가장 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 탁도가 낮았다. 발효 말기로 갈수록 대조구는 급격하게 탁도가 증가하였고, 7% 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 완만하게 증가하였다. 발효 25일부터는 9% 처리구가 발효가 빠르게 진행되어 5%와 7% 처리구보다 탁도가 높았다. 7% 처리구는 발효 10일부터 발효 말기까지 탁도가 가장 낮았다.

발효가 진행될수록 불투명해지면서 유백색의 용액으로 변화되어 탁도가 증가하게 되는데 이는 발효가 진행됨에 따라 미생물의 작용으로 가용성 물질들이 많이 용출되어 국물의 맑은 정도가 감소하여 탁도가 증가하게 된다. 완만하게 탁도가 증가하고 다른 처리구에 비해 탁도가 낮은 5%와 7% 처리구는 다른 처리구에 비해 발효가 지연되는 것을 알 수 있다. 특히 가장 탁도가 낮은 7% 처리구는 가장 발효가 느리게 진행됨을 알 수 있었다. Hwang과 Jang(40), Park(35), Jang과 Kim(44)의 동치미에 관한 연구에서 발효 초기에는 투명한 상태이다가 발효가 진행됨에 따라 점차로 불투명한 용액으로 변화되어 탁도가 증가하였다는 결과와 일치하였다.

색도 변화

고추냉이 첨가량을 달리하여 담근 동치미 국물의 색도의 변화는 Fig. 6과 같다. 명도(L)의 경우 담금 직후 투명한 상태로 높은 명도 값을 나타내다가 발효가 진행됨에 따라 감소하였다. 담금 직후부터 발효 8일까지는 대조구의 명도가 가장 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 명도 값이 다소 낮아졌다. 발효 10일 이후부터는 대조구의 명도가 가장 낮았

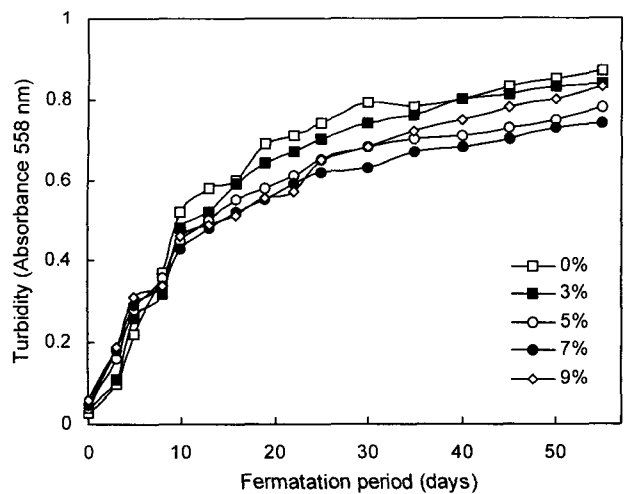


Fig. 5. Changes in turbidity of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

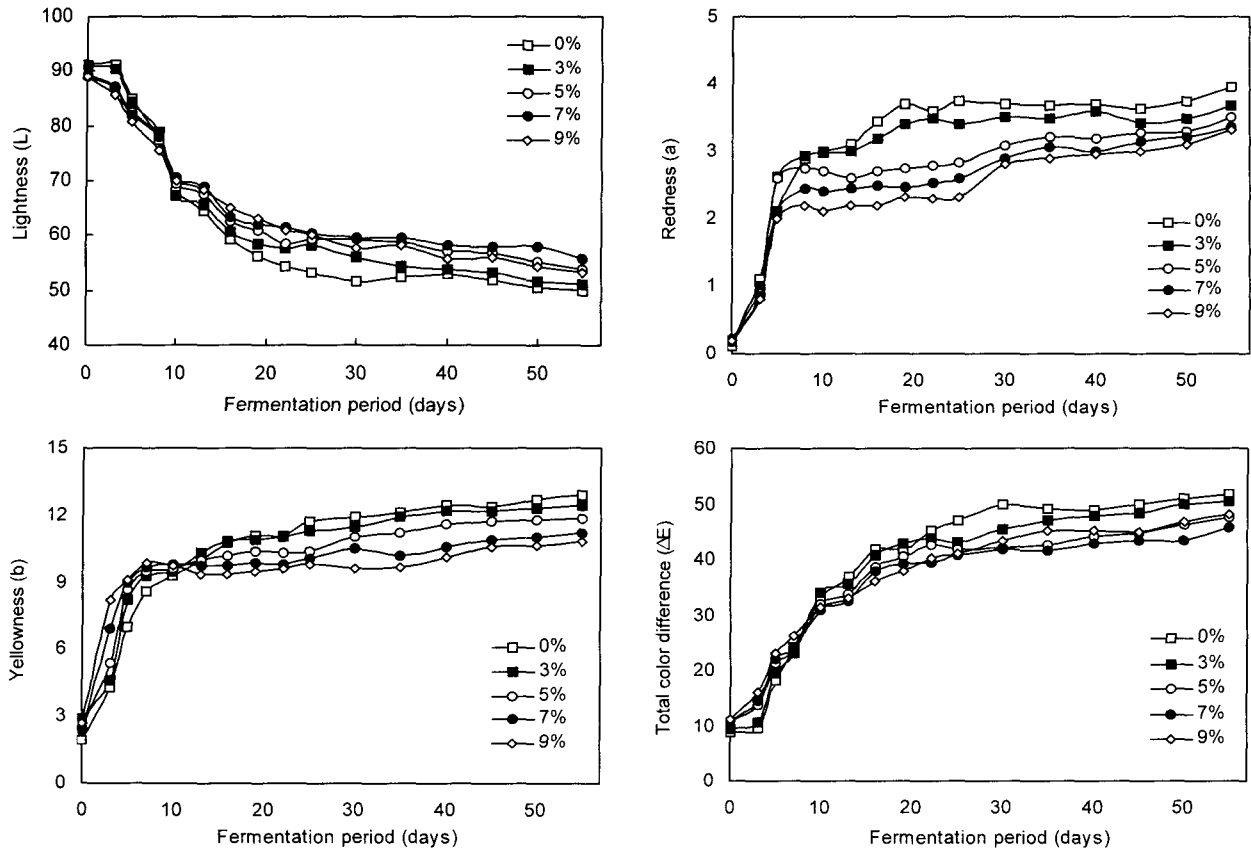


Fig. 6. Changes in color values of *Dongchimi* liquid added with different levels of *Wasabi* during fermentation at 10°C for 55 days.

고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 높아져 대조구는 발효 10일 이후부터 빠르게 발효가 진행됨을 알 수 있었다. 탁도의 결과에서와 같이 9% 처리구는 발효 25일부터는 5%와 9% 처리구에 비해 낮았다. 본 실험의 탁도 결과에서 동치미의 발효가 진행될수록 탁도는 증가한 결과와 명도가 감소한 결과가 일치하였다. 담금 직후에는 투명한 상태에서 명도 값이 높았다가 발효가 진행됨에 따라 미생물 작용으로 가용성 물질들이 많이 용출되어 빛의 투과를 방해하여 명도가 낮아진다. 따라서 발효 10일 이후부터는 대조구가 가장 빠르게 발효가 진행되는 것을 알 수 있고, 높은 명도 값을 유지한 7% 처리구가 가장 느리게 발효가 진행되는 것을 알 수 있다.

황색도(a), 적색도(b)와 총색차(ΔE)의 경우 동치미의 발효가 진행될수록 증가하였다. 발효 10일 이후부터 발효 말기까지 대조구의 황색도, 적색도와 총색차가 가장 높았고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다. 총색차의 경우 7% 처리구가 발효 22일 이후부터 가장 낮았다.

요 약

고추냉이가 동치미의 발효와 저장성에 미치는 영향을 알아보고, 고추냉이의 최적 사용량을 찾아보고자 고추냉이는 무 무게에 대하여 0, 3, 5, 7, 9%를 첨가하여 동치미를 담그고

10°C에서 55일간 발효시키면서 이화학적 특성을 살펴보았다. 동치미 발효 10일 이후부터 5%와 7% 처리구가 다른 처리구에 비해 pH가 높았으며 총산도는 낮았다. 특히 7% 처리구는 발효 말기까지 pH는 가장 높았고, 총산도는 낮게 유지하면서 적숙기의 pH와 총산을 오랫동안 유지하여 동치미의 발효를 지연시켜 주는 것을 알 수 있었다. 총 비타민 C는 발효 10~13일까지 증가하였다가 감소하였고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 높은 함량을 보였다. 7% 처리구는 발효기간 동안 서서히 감소하여 발효 말기에는 9% 처리구와 차이를 보이지 않았다. 환원당도 발효 10~13일까지 증가하다 그 이후 감소하였고, 고추냉이 첨가량에 비례하여 높았다. 특히, 7% 처리구가 발효기간 동안 서서히 감소하여 발효 말기에는 가장 높은 값을 유지하여 발효가 지연되는 것을 알 수 있었다. 탁도는 발효가 진행될수록 증가하였고, 고추냉이 첨가량이 증가할수록 담금 직후에는 조금 높았으나 발효 10일 이후부터는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 낮은 탁도를 보였다. 특히, 7% 처리구가 발효 말기까지도 탁도가 가장 낮아 맑은 상태를 유지하였다. 명도(L)는 발효 10일 이후부터는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 명도가 높았고, 그 중 특히 7% 처리구가 가장 높았다. 황색도(a), 적색도(b)와 총색차(ΔE)는 발효가 진행될수록 증가하였으며, 발효 10일 이후부터는 고추냉이 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다. 고추

냉이를 첨가한 처리구의 경우 동치미 발효 10일 이후부터 발효를 지연시키는 것으로 나타났고, 특히 7% 처리구가 동치미 저장성 향상에 바람직한 효과를 나타내었으므로 동치미를 담글 때 고추냉이를 7% 정도 첨가하는 것이 동치미의 품질과 저장성을 향상시켜줄 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2002학년도 단국대학교 대학연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로 이에 감사드립니다.

문헌

1. 육창수. 1989. 원색한국약용식물도감. 도서출판 아카데미서적, 서울, 한국. p 486.
2. Seo KL, Kim DY, Yang, SI. 1995. Studies on the antimicrobial effect of *Wasabi* extracts. *Korean J Nutrition* 28: 1073-1077.
3. Gilbert J, Nuristen HE. 1972. Volatile constituents of horseradish roots. *J Sci Food Agric* 23: 527-535.
4. Kozłowska JH, Nowak H, Nowak J. 1983. Characterisation of myrosinase in polish varieties of rapeseed. *J Sci Food Agric* 34: 1171-1180.
5. Sahasrabudhe MR, Mullin WJ. 1980. Dehydration of horseradish roots. *J Food Sci* 45: 440-445.
6. 野田克彦, 機崎さとみ, 谷口春雄. 1985. スパイス類の大腸菌増殖抑制と促進果. *日本食品工業學會誌* 32: 791-796.
7. 金丸芳, 高谷友九, 官本佛次浪. 1989. 市販粉ワサビ, カラシ粉の細菌増殖抑制作用. *大阪市立大學生活科學部紀要* 37: 1-7.
8. 山下公一朗. 1993. 鮮度保持シートの現状と應用開發. *ファインケミカル* 22: 74-74.
9. Hasegawa N, Matsumoto Y, Hoshino A, Iwashita K. 1999. Comparison of effects of *Wasabia japonica* and allylisothiocyanate on the growth of four strains of *Vibrio parahaemolyticus* in lean and fatty tuna meat suspensions. *Int J Food Microbiol* 49: 27-34.
10. 大村作. 1995. *Candida albicans*에對する allyl isothiocyanate의 抗菌作用 菌作用に關する研究. *日大工科學* 21: 261-269.
11. 一色賢司. 1994. 食用植物成分などによる真菌の生育抑制. *日本食品微生物學會誌* 11: 19-22.
12. Kumagi H, Kashima N, Seki T, Sakurai H, Ishii K, Ariga K. 1994. Analysis of volatile compounds in essential oil of upland *Wasabi* and their inhibitory effects on platelet aggregation. *Biosci Biotech Biochem* 58: 2131-2135.
13. Shin IS, Lee JM. 1998. Study on antimicrobial and antimutagenic activity of horseradish (*Wasabia japonica*) root extracts. *J Korean Fish Soc* 31: 835-841.
14. Kim JK, Cha MS, Bang JK, Lee BK, Park CB. 2001. Flavor and antibacterial activity of the volatile components of *Wasabi* (*Wasabia japonica*) and horseradish (*Armoracia rusticana*). *Treat of Crop Res* 2: 233-239.
15. Yang JY, Han JH, Kang HR, Hwang MK, Lee JW. 2001. Antimicrobial effect of mustard, cinnamon, Japanese pepper and horseradish. *J Fd Hyg Safety* 16: 37-40.
16. Park KN, Lee SH. 2003. Antimicrobial activity of pine needle extract and horseradish on the growth of *Vibrio*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 185-190.
17. Kim YS, Kyung KH, Kim YS. 2000. Inhibition of soy sauce film yeasts by allylisothiocyanate and horseradish powder. *Korean J Food & Nutr* 13: 263-268.
18. Shin DH, Ahn EY, Kim YS, Oh JY. 2000. Fermentation characteristics of kochujang containing horseradish or mustard. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1350-1357.
19. Park WK, Yoon JH, Choi CU. 1992. Effects of ascorbic acid and citric acid on pungency and color of commercial horseradish powder. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 171-174.
20. Lee SW. 1998. Study on growth characteristics and increase of rhizome yield and allylisothiocyanate content in *Wasabia japonica* matsum. *PhD Dissertation*. Chunbuk National University, Chunbuk, Korea.
21. Jeong HD. 2002. Effects of *Wasabi* (*Wasabia wasabi* matsum) powder on the quality of sponge cake during storage. *MS Thesis*. Dankook University, Seoul, Korea.
22. Hwang JH, Jang MS. 2001. Physicochemical properties of *Dongchimi* added with *Jasoja* (*Perillae semen*). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 555-564.
23. Park JE, Kim HR, Jang MS. 2000. Sensory and microbiological properties of *Dongchimi* added with *Gatt* (*Brassica juncea*). *Korean J Soc Food Sci* 16: 57-64.
24. Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH. 1994. Comparison of fall cultivars of chinese cabbage for *Kimchi* preparation. *Korean J Food Sci Technol* 26: 226-230.
25. 채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현. 2000. 표준 식품분석학. 지구문화사, 서울, 한국. p 545-551.
26. Miller GL. 1958. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal Chem* 31: 426-428.
27. Lee MR, Rhee HS. 1990. A study on the flavor compounds of *Dongchimi*. *Korean J Soc Food Sci* 6: 1-8.
28. Hwang JH, Jang MS. 2000. Sensory and microbiological properties of *Dongchimi* added with *Jasoja* (*Perillae semen*). *Korean J Soc Food Sci* 16: 557-567.
29. Kim MJ, Jang MS. 1999. Effect of *Bamboo* (*Pseudosasa japonica* Makino) leaves on the physicochemical properties of *Dongchimi*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 15: 459-468.
30. Kim DG, Kim BK, Kim MH. 1994. Effect of reducing sugar content in Chinese cabbage on *Kimchi* fermentation. *J Korea Soc Food Sci Nutr* 23: 73-77.
31. Ku KH, Kang KO, Kim WJ. 1998. Some quality changes fermentation of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
32. 안승요. 1970. 김치제조에 관한 연구(제1보) - 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과. 국립공업연구소 연구보고서 20: 61-65.
33. 김순동. 1978. 개량 김치독에 의한 동치미 숙성에 관한 연구. 영남전문대학 논문집 6: 247-252.
34. Moon SW, Cho DW, Park WS, Jang MS. 1995. Effect of salt concentration on *Dongchimi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 11-18.
35. Park JE. 1999. Characteristics of *Dongchimi* added with *Gatt* (*Brassica juncea*). *MS Thesis*. Dankook University, Seoul, Korea.
36. Jang MS, Kim NY. 1999. Effects of salting methods on the physicochemical properties of *kakdugi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 15: 61-67.
37. Lee HO, Lee HJ, Woo SJ. 1994. Effect of cooked glutinous rice flour and soured shrimp on the changes of free amino acid, total vitamin C and ascorbic acid contents during *Kimichi* fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 10: 225-231.
38. Lee TY, Lee JW. 1981. The change of vitamin C content and the effect of galacturonic acid addition during *Kimchi* fermentation. *J Korean Agric Soc* 24: 139-144.
39. Jang MS, Moon SW. 1995. Effect of licorice root (*Glycyrrhiza Uralensis* Fischer) on *Dongchimi* fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 744-751.
40. Hwang JH, Jang MS. 2001. Physicochemical properties of

- Dongchimi* added with *Jasoja* (*Perillae semen*). *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 555-564.
41. Yook C, Chang K, Park KH, Ahn SY. 1985. Pre-heating treatment for prevention of tissue softening of radish root Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 17: 447-453.
 42. 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.
 43. Cho Y, Lee HS. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on *Kimchi* fermentation (1). *Korean J Soc Food Sci* 7: 15-25.
 44. Jang MS, Kim NY. 1997. Physicochemical and microbiological properties of *Dongchimi* added with citron (*Citrus junos*). *Korean J Soc Food Sci Nutr* 13: 286-292.

(2003년 9월 23일 접수; 2004년 1월 29일 채택)