

동치미의 발효속성에 미치는 소금농도의 영향

문성원 · 조동욱 · 박완수 · 장명숙*

한국식품개발연구원 생물공학부, *단국대학교 식품영양학과

Effect of Salt Concentration on *Tongchimi* Fermentation

Sung-Won Moon, Dong-Wuk Cho, Wan-Soo Park and Myung-Sook Jang*

Food Biotechnology Division, Korea Food Research Institute

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

Effect of salt(NaCl) concentration on *Tongchimi*(pony tailed Chinese radish kimchi) fermentation was investigated by measuring physicochemical, microbiological and organoleptic properties during fermentation up to 85 days. The diced Chinese radishes(*Raphanus sativus* L.) with other ingredients were fermented at 4°C under the conditions of different salt concentration(1.5%~6.3%). During *Tongchimi* fermentation, pH was slowly lowered, total acid content was increased, and the salt concentration of *Tongchimi* liquid was slowly decreased but that of diced Chinese radish increased. The equilibrium of salt concentration between them was reached during fermentation of 15~22 days. Vitamin C and reducing sugar contents increased up to 15~22 days and slowly decreased thereafter in *Tongchimi* liquid, but decreased in diced radish. The turbidity of all *Tongchimi* samples was initially increased with the progress of fermentation up to 22 days and slowly decreased thereafter. The numbers of lactic acid bacteria increased up to 15~22 days together with the total cell numbers and decreased thereafter. Sensory evaluation on *Tongchimi* samples with different salt concentrations showed significant difference in the samples compared with that of 3% salt concentration.

Key words: *Tongchimi*, diced Chinese radish, fermentation, salt concentration

서 론

동치미는 일명 동침이라고도 하며, 여기에 작고 매운 맛이 있는 무를 씻어 무 표면에 소금을 묻혀 땅에 묻은 항아리에 담고, 여기에 부재료로 마늘, 생강, 고추, 파, 배 등을 넣어 소금물을 받쳐 가득히 부어 잘 봉한 김치를 말한다⁽¹⁾. 동치미는 그 신선한 신맛과 짠맛 그리고 조식감으로 우리 식단에 중요한 위치를 차지하여 왔으며 겨울철에 즐겨 이용되어 온 것으로, 국물에 생성된 젖산을 비롯한 유기산이 독특한 신선미를 주는 김치류의 한 종류이다. 그러나, 근래에는 냉장고의 보급으로 계절에 관계없이 겨울철 뿐만이 아니고 여름철에도 동치미를 담가 이용하고 있다⁽²⁾.

동치미에 대한 연구는 배추김치에 비하여 많이 이루어져 있지 않으며, 발표된 동치미에 관한 연구내용으로는 동치미의 발효과정중 pH의 변화⁽³⁾, 일반성분 및 당분의 변화⁽⁴⁾, 산화환원전위의 변화⁽⁵⁾, 비휘발성 유기산의 분석

과 숙성온도에 따른 변화⁽⁶⁾, 열처리와 염침가의 저장성 효과⁽⁷⁾, 열수담금 및 염혼합물침가의 병용효과⁽⁸⁾, 동치미의 맛성분⁽⁹⁾, 동치미의 발효중 물리적⁽¹⁰⁾, 화학적, 관능적 성질의 변화⁽⁶⁾, 숙성세균의 분리동정⁽¹¹⁾ 등이 있다. 동치미는 미생물이 작용하는 발효에 의해서 맛성분이 생성되므로, 동치미 담금시 첨가하는 소금농도와 숙성온도가 중요할 것으로 생각되는 데, 동치미의 숙성온도에 따른 발효특성의 변화를 연구한 것은 있으나⁽⁶⁾, 소금농도에 관한 연구는 아직 없다.

따라서 본 연구에서는 소금농도가 동치미의 숙성중 pH, 총산함량, 환원당, 발효중의 소금농도, 탁도, 그리고 비타민 C 등의 이화학적 성질 변화와 미생물의 변화에 어떠한 영향을 주는지 알아보고, 동치미의 관능적 특성인 맛, 냄새, 텍스처에 대하여 비교 평가하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 무는 1993년 6월 17일 가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 충청도산 대형 봄무(*Raphanus sativus* L.)이다. 무의 무게는 1.8~2.5 kg이고 길이×둘레는 평균 32 cm×34 cm였다. 부재료인 파, 마늘,

Corresponding author: Wan-Soo Park, Korea Food Research Institute, Food Biotechnology Division, san 46-1, Baekhyundong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

생강도 실험 당일에 구입하였다. 소금은 재제염(대흥염업사, 소금함량 88% 이상)을 사용하였다.

동치미 담금방법

실험에 사용한 무는 정선 및 세척 탈수후 비닐에 소포장하여 냉장 보관하였으며, 실험당일에 양끝에서 5 cm씩 잘라내고 4 cm×1.5 cm×1 cm의 크기로 절단하여 사용하였다. 부재료인 마늘, 생강은 다듬은 후 얇게 썰었고, 파는 2~3뿌리씩을 말아 묶어 사용하였다. 이러한 파, 마늘, 생강은 무 무게당 각각 1%, 0.5%, 0.3%의 비율로 첨가하였고, 국물을 맑게 하기 위해서 2겹의 거즈로 만든 주머니(13 cm×13 cm)에 넣어 사용하였다. 동치미 담금액은 증류수에 재제염을 사용하여 소금농도 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.3%(w/v)로 준비하였으며, 사용한 무와 동치미 담금액의 비율은 1:1.5(w:v)⁽⁶⁾이었다. 미리 1% KMnO₄ 용액으로 처리한 14 l(37 cm×25 cm)의 투명한 유리병에 각 원부재료와 동치미 담금액을 비율대로 넣어 4°C에서 발효숙성중의 여러가지 변화를 측정하였다. 이때 실온은 24.5°C±0.5°C였으며, 소금물의 온도는 24.5°C이었다.

pH와 총산함량의 측정

동치미 국물과 무를 동시에 취하여 따로 처리하였다. 국물은 그대로 사용하고, 무는 매 실험시 100g을 취하여 분쇄기(Model kj 201, 광진사)로 1분간 고속으로 갈아 거즈로 여과하였다. pH는 pH meter(Orion Model SA 520)로 측정하였으며, 총산함량은 여액 10 ml를 1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 적정하고, 이것을 젖산 함량으로 환산하여 총산함량(%, (w/v))으로 표시하였다⁽¹²⁾.

소금농도의 측정

pH와 산도 측정시 사용한 같은 동치미 국물과 무 여액의 소금농도는 Mohr법⁽¹³⁾에 의하여 측정하였다.

환원당의 측정

시료중의 동치미 국물과 무의 환원당 함량은 DNS 방법⁽¹⁴⁾으로 측정하였으며, 이때 표준물질로 포도당을 사용하였다.

총 비타민 C의 측정

동치미 국물과 무의 비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenyl hydrazine법⁽¹⁵⁾으로 측정하였으며, 이때 표준물질로 L-ascorbic acid를 사용하였다.

탁도의 측정

동치미 국물의 탁도는 558 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽¹⁰⁾.

미생물균수의 측정

동치미 발효숙성중 미생물균수의 변화는 동치미 국물 1 ml를 취하여 0.01%(w/v) Tween 80을 첨가한 0.85%(w/v) 식염수로 단계희석하고, 총세균수 계수용으로 Plate Count Agar(Difco co.)를, 젖산균 계수용으로 MRS Agar(Difco co.)를 사용하여 pouring culture method로 조사하였다. 접종된 PCA와 MRS agar는 각각 30°C와 37°C에서 48~72시간 배양하여 형성된 집락을 Quebec colony counter를 사용하여 측정하였다⁽¹²⁾.

관능적 평가⁽¹⁶⁾

소금농도별로 제조된 동치미 시료를 4°C에 보관하면서 pH가 4.2~4.5가 되는 때를 시점으로 발효기간중 경시적으로 관능검사를 실시하였으며, 30명의 선발된 관능검사원(한국식품개발연구원 직원)에 의해서 수행되었다. 동치미에서는 맛, 냄새, 텍스처가 주요 관능적 성질이라 판단하여, 동치미 국물의 탁도, 신맛, 짠맛, 탄산미, 향기, 무의 텍스처, 전반적인 기호도의 7개 항목으로 세분하고, 5단계 평점법으로 평가하였으며, 5점은 매우 좋음이고, 1점은 매우 나쁘다로 하였다. 얻어진 관능검사 결과는 첫째 같은 저장기간에서 소금농도별로 7개 항목에 대하여, 둘째 같은 소금농도에서 저장기간별로 각 측정항목에 대하여 분석되었다. 이러한 동치미의 관능적 평가결과는 ANOVA 및 Duncan의 다범위결정(Duncan's multiple range test)⁽¹⁷⁾을 통하여 p<0.05에서 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

동치미 발효숙성중의 이화학적 특성

pH와 총산함량의 변화: 동치미 담금액의 소금농도를 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.3%로 달리하여 제조된 4가지 동치미 시료를 4°C에서 발효숙성 시키면서 관찰된 pH와 총산함량의 변화는 각각 Fig. 1과 2에 나타내었다. Fig. 1(A)에서와 같이 동치미 국물의 경우는 발효가 진행됨에 따라 pH가 점차로 낮아지는 경향을 보였으며, 소금농도별로 pH의 변화를 보면 1.5%, 3.0%와 4.5%는 발효 15일에 각각 pH 4.55, pH 4.27, pH 4.97로, 소금농도 6.3%는 발효 22일에 pH 4.28로 크게 떨어졌고, 발효 22일 이후에는 모든 시료에서 pH의 변화가 거의 없었다. 각 시료의 pH를 비교하여 보면, 발효 1일에는 소금농도가 1.5%<3.0%<4.5%<6.3%의 순으로 pH가 떨어졌으며, 발효 85일에는 3.0%<1.5%<4.5%<6.3%의 순으로 소금농도 3.0%가 가장 낮은 pH를 보였다. 특히 발효 15일에 3.0% 소금농도를 보면 소금농도 1.5%의 pH 4.55 보다 낮은 pH 4.27을 나타냈는데, 이때를 전환기로 그후 계속 다른 처리구에 비해 낮은 pH를 보였다. 발효 22일 이후에도 소금농도별로 같은 경향을 나타내며, pH의 저하를 보였다.

또한 동치미 무에 있어서도 발효의 시작과 함께 pH가 낮아져, 소금농도별로 pH의 변화를 보면 1.5%, 3.0%와

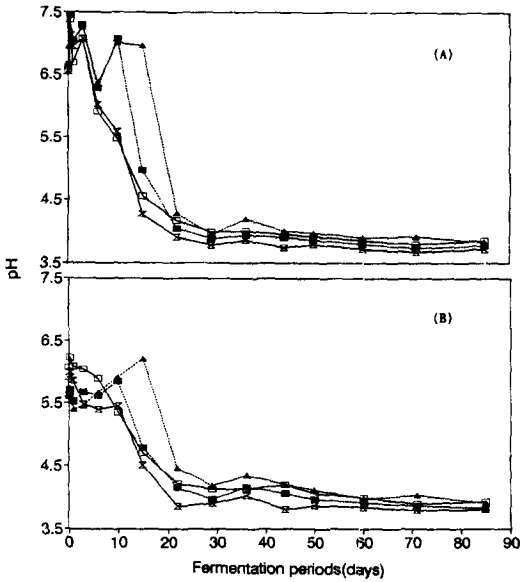


Fig. 1. Changes of pH in the liquid(A) and diced Chinese radish(B) during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C
Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, ○—○; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

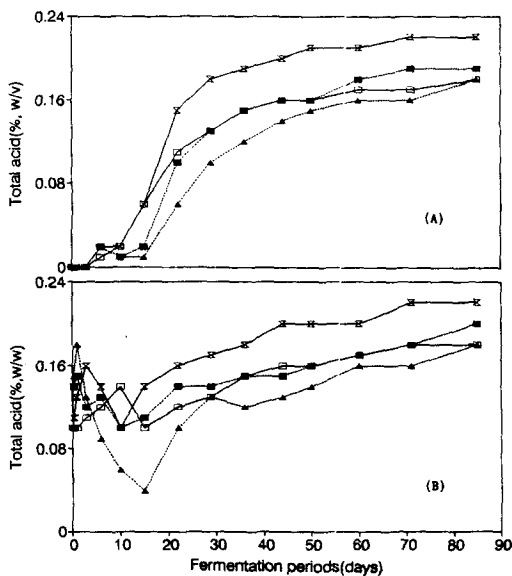


Fig. 2. Changes of total acid contents in the liquid(A) and diced Chinese radish(B) during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C
Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, ○—○; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

4.5%는 발효 15일에 각각 pH 4.70, pH 4.51, pH 4.79였고, 소금농도 6.3%는 발효 22일을 기점으로 pH 4.46으로

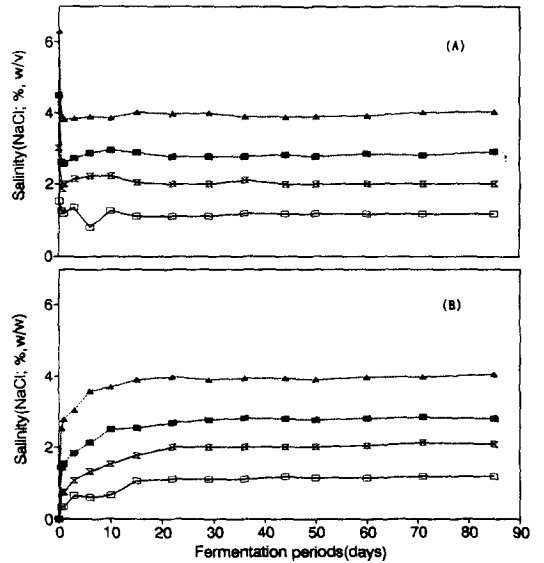


Fig. 3. Changes of salinity in the liquid(A) and diced Chinese radish(B) during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C

Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, ○—○; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

크게 낮아짐을 보였고, 발효 22일 이후에는 동치미 국물과 같이 커다란 변화가 없었다(Fig. 1(B)).

이와 같은 실험결과는 배추김치 등에서 소금농도가 높을수록 pH가 높고, 소금농도가 낮을수록 숙성이 빨라 pH가 빨리 저하된다는 최 등⁽¹⁸⁾의 보고와 7% 소금농도의 동치미를 4~35°C의 범위에서 발효시키는 동안 담금액의 pH가 배추김치와 달리 처음에는 빠르게 감소하였다가 차츰 완만해진다는 강 등⁽⁶⁾과 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 발효 15일 이후부터는 소금농도 1.5%보다 소금농도 3.0%의 pH가 더 낮은 결과를 나타내었는데, 이것은 소금농도가 배추김치 발효에 미치는 영향을 조사한 박과 김⁽¹⁹⁾, 그리고 김 등⁽²⁰⁾의 보고에서 소금농도 1% 보다는 2%가 더 낮은 pH를 보인다는 결과와 같게 나타났다. 박과 김⁽¹⁹⁾의 결과에서 소금농도 2%가 1% 보다 낮은 pH를 보인 것은 젖산균의 생육이 소금농도 2%에서 더 왕성하게 일어나기 때문이라고 밝혔다. 본 실험에서는 동치미 담금액의 3.0% 소금농도가 발효가 진행됨에 따라서 실질적으로 2.0% 정도의 소금농도를 나타냈으므로 위의 결과와 유사한 결과를 보였다고 생각된다.

동치미 발효숙성중 총산함량의 변화를 보면(Fig. 2), 동치미 국물의 경우(Fig. 2(A)) 초기에는 유기산의 생성이 거의 없었는데, 이러한 경향을 발효 15일까지 보이다가 발효 15일 이후부터 총산함량이 급격히 증가하였고 계속적으로 점차적인 증가를 보였다. 특히 소금농도 3.0%가 발효 15일 이후 다른 소금농도에 비해 가장 높은 총산함량을 나타냈으며, 이때 최대 총산함량은 0.22% 이었다.

동치미 무의 경우(Fig. 2(B)), 무 자체의 성분에 의해 각 시료별로 저장 초기에 다소 높은 총산함량(0.10~0.14%)에서 증가하다 감소하는 경향을 보인 후, 다시 계속해서 증가하는 경향을 보였다. 즉, 소금농도 1.5%와 6.3%는 발효 15일에 각각 총산함량 0.1%와 0.04%에서 발효 85일에 0.18%로 증가하였으며, 소금농도 3.0%와 4.5%는 발효 10일에 총산함량 0.1%에서 발효 85일에 각각 0.22%와 0.2%로 점차적인 증가를 보였다.

소금농도 : 동치미의 발효숙성중에 동치미 국물과 무에 있어서 소금함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 동치미 국물의 경우(Fig. 3(A)), 초기에는 소금농도가 낮아졌고, 발효 15일 이후 각 시료별로 평형에 도달하였다. 동치미 무의 경우(Fig. 3(B)), 초기에 생무이던 것이 소금이 침투해 들어감으로서 소금함량이 증가하여 발효 15일 또는 22일에 평형에 도달하였다. 따라서, 각 시료별로 동치미의 전체 소금함량은 숙성온도 $4^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 발효 15일과 22일 사이에 평형에 도달하는 것으로 판단되었으며, 이때 동치미 담금액의 초기 소금농도 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.3%는 각각 $1.2\% \pm 0.04\%$, $2.0\% \pm 0.07\%$, $2.8\% \pm 0.05\%$, $4.0\% \pm 0.06\%$ 로 평형에 도달하였다.

본 실험의 결과는 무의 절임시 소금물의 농도가 증가함에 따라 소금의 확산도는 커지고, 무 밖으로의 탈수량이 소금 침투량보다 다소 많다는 권과 최⁽²¹⁾의 결과와 비슷한 경향을 나타냈다.

환원당 : 동치미 국물과 무에서의 환원당 함량을 측정 한 결과는 Fig. 4와 같다. 동치미 국물의 경우(Fig. 4(A)), 환원당 함량이 초기부터 점차 증가하다가 발효 15일 이후에 각각 다르게 최고치를 보인 후 점차로 감소하는 경향을 보였다. 환원당 함량의 최고치는 소금농도 1.5%와 3.0%의 경우는 발효 22일에 각각 6.54 mg/ml와 4.68 mg/ml이었으며, 소금농도 4.5%는 발효 29일에 5.13 mg/ml, 소금농도 6.3%는 발효 36일에 5.70 mg/ml이었다. 따라서, 배추김치에서와 같이 소금농도가 높을수록 발효가 느리게 진행됨을 알 수 있었다^(18,22).

동치미 무(Fig. 4(B))에 있어서는 발효가 진행됨에 따라 점차로 환원당 함량이 감소하여 발효 22일까지 감소가 되었으며, 그 이후로는 커다란 변화를 보이지 않았다. 동치미 국물과 동치미 무의 발효말기 환원당 함량은 초기 환원당 농도에 상관없이 소금농도 $3.0\% < 4.5\% < 6.3\% < 1.5\%$ 순으로 낮은 값을 나타냈다.

소금농도 3.0%의 경우, 발효 말기(85일)에 동치미 국물과 무의 환원당 함량이 각각 3.26 mg/ml과 2.83 mg/g으로 가장 낮은 값을 보였는데, 이것은 다른 실험결과와 관련하여 pH가 가장 낮고, 총산함량이 가장 높은 것으로 보아 발효 15일과 22일 사이에 미생물의 대사 및 증식을 위해 당을 주 영양원으로 이용되되, 다른 소금농도 보다도 소금농도 3.0%가 미생물 활성이 더 왕성했다고 판단되며, 이는 소금농도가 배추김치 발효에 미치는 영향을 알아본 박과 김⁽¹⁹⁾의 보고에서 젖산균 생육과 관련지어 생각할 수 있다.

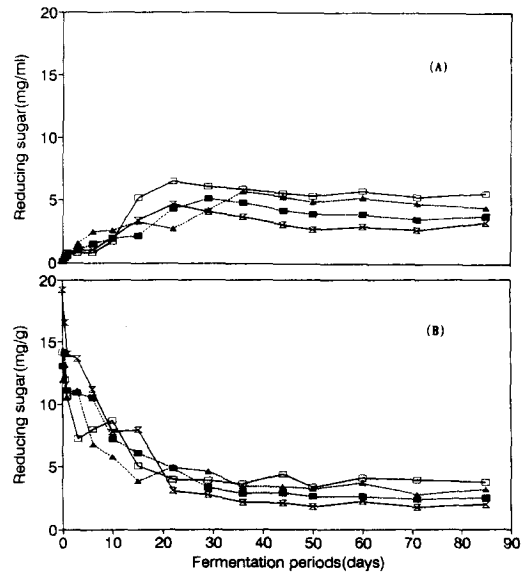


Fig. 4. Changes of reducing sugar in the liquid(A) and diced Chinese radish(B) during fermentation of Tongchimi with different salt concentration at 4°C

Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, □—□; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

또한 위 결과는 육 등⁽²³⁾의 무우김치 연화방지 실험에서 김치가 익을 때까지는 환원당이 증가되었다가 그 이후 부터는 감소된다는 보고와 김 등⁽²⁴⁾의 동치미 숙성 과정에 있어서 산의 증가와 더불어 환원당이 점진적으로 증가하며, 산패기간중에 당분이 급격히 감소함을 나타낸다는 결과와 비슷하였다. 강 등⁽²⁵⁾에 의한 동치미 발효중 화학적 성질 변화를 조사한 보고에서 환원당이 pH 4.0~4.2가 될 때까지 상승하다가 감소한다고 했는데, 실험결과 동치미 국물의 경우 발효 15일과 22일에 pH가 4.0~4.5사이로, 이 시기까지 환원당이 증가했다가 감소하는 비슷한 결과를 나타내었다. 강 등⁽²⁶⁾이 소금농도 7%의 동치미를 25°C 에서 발효시켜 실험한 결과에 의하면 발효초기에 환원당 함량이 적었으나, 발효됨에 따라 점차 증가하는 비슷한 경향을 나타내었다.

총 비타민 C : 소금농도별로 담근 동치미 국물과 무를 따로 취해 비타민 C의 함량을 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다. 동치미 국물의 경우(Fig. 5(A)), 전체적으로 초기에는 비타민 C가 측정되지 않았으나 발효가 진행됨에 따라 급격한 증가를 보였고, 최대값에 이른 후에는 완만한 변화를 보였다. 즉, 소금농도 1.5%는 발효 15일에 4.03 mg%, 소금농도 3.0%와 4.5%는 발효 22일에 각각 4.16 mg%와 3.47 mg%, 그리고 소금농도 6.3%는 발효 29일에 3.02 mg%로 총 비타민 C 함량이 급격히 증가함을 보였다. 소금농도별로 총 비타민 C의 최대값을 보인 시기에 차이가 있으며, 소금농도 1.5%는 발효 36일에 5.20 mg%, 소금농도 3.0%와 6.3%는 발효 44일에 각각 4.29 mg%와

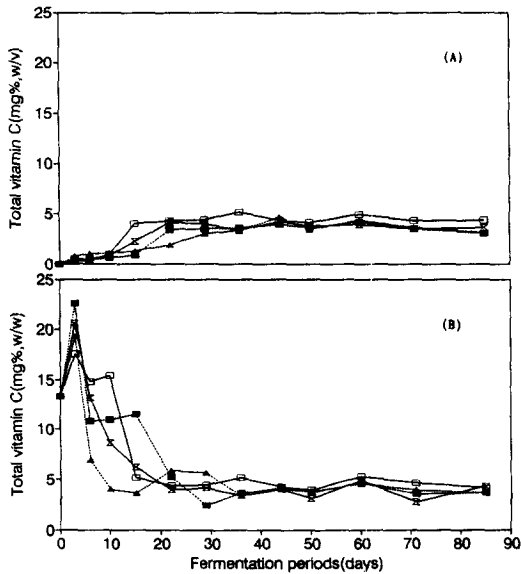


Fig. 5. Changes of total vitamin C in the liquid(A) and diced Chinese radish(B) during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C

Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, □—□; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

4.65 mg%를 나타내었고, 소금농도 4.5%는 발효 60일에 4.21 mg%의 최대값을 보였다. 비타민 C의 함량은 최대값을 보인 후에는 발효의 진행과 함께 커다란 변화를 보이지 않았다. 이러한 결과는 박과 김⁽²⁴⁾의 소금농도가 배추김치 발효에 미치는 영향에서 비타민 C 함량이 최대값에 이른 후 감소하는 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

동치미 무의 경우(Fig. 5(B)), 총 비타민 C의 함량이 초기에 급격히 증가하여 발효 3일에 소금농도 1.5%는 17.55 mg%, 소금농도 3.0%는 20.59 mg%, 소금농도 4.5%는 22.56 mg%, 소금농도 6.3%는 9.26 mg%를 나타내었다. 발효 3일 이후에는 크게 감소하였으며, 발효 22일 이후부터는 거의 변화가 없었다. 즉, 발효 15일에 총 비타민 C 함량은 소금농도 1.5%, 3.0%, 4.5%와 6.3%에서 각각 5.17 mg%, 6.23 mg%, 11.53 mg%와 3.61 mg%이었다. 이러한 결과는 채와 주⁽²⁴⁾의 동치미 무, 배추, 국물중의 비타민 C 함량의 변화 실험에서 총 비타민 C 함량이 시일이 경과함에 따라 무와 배추에서는 점차로 감소되고, 동치미 국물 중에 이행되어서 국물에서는 그 함량이 최고량에 도달했다가 감소한다는 결과와 일치하였다.

탁도: 동치미 발효 속성중 동치미 국물의 탁도 변화를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 동치미 국물의 탁도는 초기에는 매우 낮았으나, 발효가 진행되면서 급격한 탁도의 증가를 보여, 소금농도 1.5%와 3.0%는 발효 10일에 각각 0.138과 0.111, 그리고 소금농도 4.5%와 6.3%는 발효 22

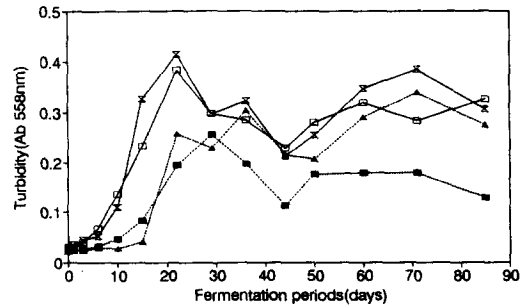


Fig. 6. Changes of turbidity in the liquid during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C

Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, □—□; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

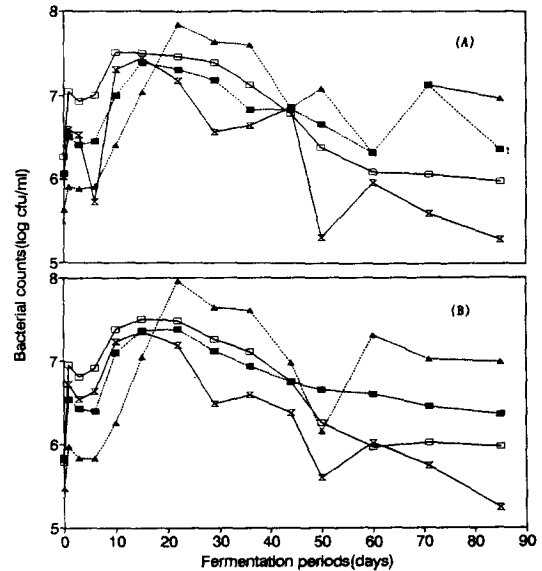


Fig. 7. Changes of total cell number(A) and lactic acid bacteria cell number(B) in the liquid during fermentation of *Tongchimi* with different salt concentration at 4°C

Salt (NaCl) concentration: □—□; 1.5%, □—□; 3.0%, ■—■; 4.5%, ▲—▲; 6.3%

일에 각각 0.196과 0.258을 나타내었다. 발효 초기에는 소금농도별로 별 차이 없이 탁도가 점차로 증가하였으며, 발효 22일에 모든 시료의 탁도가 급격히 증가하였다. 소금농도 1.5%와 3.0%는 발효 22일에 각각 0.383과 0.414의 최대값을 보였는데, 소금농도 3.0%가 1.5% 보다 높은 값을 나타내었고, 소금농도 4.5%는 발효 71일에 0.284, 그리고, 소금농도 6.3%는 발효 71일에 0.385의 최대값을 나타내었다. 그 이후로는 발효의 진행과 함께 탁도가 점차로 낮아지는 경향을 볼 수 있었다. 전체적으로 실험

Table 1. Scores[†] of sensory evaluation of *Tongchimi* with different salt content during the fermentation at 4°C

Charact- Days eristics	Samples Salt Concentration				F-Value
	1.5%	3.0%	4.5%	6.3%	
Turbidity	3.57 ^a	3.62 ^a	3.08 ^b	3.69 ^a	0.86
Sourness	3.04 ^a	3.54 ^a	2.85 ^{ab}	2.19 ^b	4.56**
Salty taste	3.62 ^a	2.77 ^b	1.38 ^c	1.00 ^c	40.33***
19 Carbonated taste	2.69 ^a	2.76 ^a	2.00 ^b	1.62 ^b	10.09***
Aroma	2.75 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	2.42 ^a	1.48
Texture	3.31 ^a	3.73 ^a	3.46 ^a	3.31 ^a	0.48
Overall acceptability	3.46 ^a	3.08 ^a	1.96 ^b	1.14 ^c	26.47***
Turbidity	3.46 ^a	4.08 ^a	3.50 ^a	3.77 ^a	1.19
Sourness	2.50 ^{bc}	3.50 ^a	3.15 ^{ab}	2.19 ^c	4.89**
Salty taste	2.57 ^{ab}	3.19 ^a	2.08 ^b	1.31 ^c	8.91***
22 Carbonated taste	2.27 ^{ab}	2.96 ^a	2.92 ^a	2.00 ^b	3.29*
Aroma	3.00 ^a	3.38 ^a	3.35 ^a	2.77 ^a	1.17
Texture	3.15 ^a	3.8 ^a	3.73 ^a	3.46 ^a	1.49
Overall acceptability	2.77 ^{ab}	3.42 ^a	2.46 ^b	1.38 ^c	12.70***
Turbidity	3.00 ^a	3.50 ^a	3.62 ^a	3.85 ^a	1.86
Sourness	3.23 ^a	3.46 ^a	3.46 ^a	2.46 ^b	3.19*
Salty taste	3.23 ^a	3.54 ^a	2.31 ^b	1.31 ^c	14.00***
29 Carbonated taste	2.81 ^{ab}	3.31 ^a	3.08 ^{ab}	2.46 ^b	2.53
Aroma	3.04 ^a	3.12 ^a	3.54 ^a	3.23 ^a	0.87
Texture	3.73 ^a	3.38 ^a	3.85 ^a	3.31 ^a	1.23
Overall acceptability	3.00 ^{ab}	3.50 ^a	2.73 ^b	1.69 ^c	11.30***
Turbidity	3.35 ^a	3.69 ^a	3.46 ^a	4.04 ^a	1.14
Sourness	3.19 ^a	3.54 ^a	3.42 ^a	2.31 ^b	4.76**
Salty taste	2.85 ^a	2.81 ^a	2.08 ^b	1.31 ^c	8.41***
36 Carbonated taste	2.58 ^a	3.54 ^a	3.58 ^a	2.38 ^b	5.43**
Aroma	3.04 ^a	3.38 ^a	3.19 ^a	2.96 ^a	0.80
Texture	3.12 ^a	3.62 ^a	3.85 ^a	3.88 ^a	2.01
Overall acceptability	3.12 ^{ab}	3.46 ^a	2.54 ^b	1.46 ^c	13.37***
Turbidity	3.62 ^a	3.92 ^a	3.62 ^a	3.77 ^a	0.24
Sourness	3.42 ^a	3.62 ^a	3.27 ^a	2.38 ^b	4.26**
Salty taste	2.85 ^a	3.00 ^a	2.23 ^{ab}	1.46 ^b	6.50***
44 Carbonated taste	2.65 ^a	2.85 ^a	2.92 ^a	2.35 ^a	0.99
Aroma	3.38 ^a	3.38 ^a	3.15 ^a	2.73 ^a	1.19
Texture	3.00 ^b	3.92 ^a	3.85 ^a	3.50 ^{ab}	2.68*
Overall acceptability	3.22 ^a	3.35 ^a	2.69 ^b	1.88 ^b	8.45***
Turbidity	3.38 ^b	3.88 ^{ab}	4.31 ^a	3.81 ^{ab}	2.91*
Sourness	3.50 ^a	2.96 ^{ab}	2.62 ^b	2.38 ^b	4.27**
Salty taste	3.19 ^a	3.08 ^a	2.23 ^b	1.35 ^c	13.64***
50 Carbonated taste	2.69 ^{ab}	3.15 ^a	2.58 ^{ab}	2.00 ^b	3.57*
Aroma	3.81 ^a	3.42 ^a	3.96 ^a	3.23 ^b	2.14
Texture	2.69 ^{ab}	3.77 ^a	3.65 ^a	3.54 ^a	4.83**
Overall acceptability	3.13 ^{ab}	3.35 ^a	2.52 ^b	1.85 ^c	9.16***

Table 1. (Continued)

Charact- Days eristics	Samples Salt Concentration				F-Value
	1.5%	3.0%	4.5%	6.3%	
Turbidity	3.15 ^a	3.73 ^a	3.81 ^a	3.54 ^a	0.75
Sourness	2.84 ^a	3.31 ^a	3.35 ^a	2.62 ^a	1.84
Salty taste	2.81 ^a	3.38 ^a	2.58 ^b	1.69 ^b	6.10**
60 Carbonated taste	2.69 ^a	3.12 ^a	3.17 ^a	2.38 ^a	2.21
Aroma	3.00 ^a	3.67 ^a	3.86 ^a	3.29 ^a	1.17
Texture	2.46 ^b	3.58 ^a	3.72 ^a	3.92 ^a	8.31***
Overall acceptability	2.62 ^a	3.42 ^a	2.75 ^b	1.73 ^b	5.86**
Turbidity	2.50 ^b	4.04 ^a	3.85 ^a	3.69 ^a	10.12***
Sourness	3.23 ^{ab}	3.77 ^a	3.42 ^{ab}	2.54 ^b	3.70*
Salty taste	2.92 ^a	2.92 ^a	2.15 ^b	1.38 ^c	11.06***
71 Carbonated taste	2.31 ^b	3.31 ^a	2.96 ^{ab}	2.23 ^b	3.24*
Aroma	2.96 ^a	3.58 ^a	3.27 ^a	3.54 ^a	1.45
Texture	2.23 ^b	3.54 ^a	3.54 ^a	3.50 ^a	8.79***
Overall acceptability	2.92 ^b	3.79 ^a	2.83 ^b	1.62 ^c	13.06***
Turbidity	2.88 ^b	3.69 ^a	4.00 ^a	3.77 ^a	3.45*
Sourness	2.77 ^b	3.81 ^a	3.31 ^{ab}	2.77 ^b	4.02*
Salty taste	2.85 ^a	3.31 ^a	2.31 ^b	1.46 ^{bc}	8.54***
85 Carbonated taste	2.69 ^{bc}	3.88 ^a	3.23 ^{ab}	2.27 ^b	7.43***
Aroma	2.73 ^b	3.85 ^a	3.23 ^{ab}	3.23 ^{ab}	3.24*
Texture	2.31 ^b	3.77 ^a	3.81 ^a	3.65 ^a	7.36***
Overall acceptability	2.62 ^b	3.85 ^a	2.96 ^b	1.85 ^c	11.80***

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

† means with same letters in a raw are not significantly different

처리구중 소금농도 3.0%에서 0.414의 가장 높은 탁도를 보였다. 본 실험의 결과는 강 등⁽¹⁰⁾이 동치미의 발효 중 물리적 성질의 변화에 의한 결과에서 발효 초기에 탁도의 변화가 거의 없다가 말기부터 급격히 증가한 후 완만해지는 경향과 일치하였다. 이는 소금농도 3.0%가 가장 높은 총산함량과 가장 낮은 pH를 나타낸 것과 관련하여 용출된 고형분과 증식된 미생물이 영향을 주었다고 생각되어진다.

박과 김⁽¹⁹⁾, 그리고, 김 등⁽²⁰⁾이 배추김치와 깍두기의 발효에 소금농도가 미치는 영향을 조사한 보고에서 소금농도 1% 보다 소금농도 2%에서 젖산균의 생육이 왕성하게 일어났다는 결과와, 소금첨가량이 배추김치의 숙성속도에 미치는 영향을 조사한 안⁽²⁵⁾의 보고에서 소금을 첨가하지 않았을 때보다 소금을 2% 첨가하였을 때 pH가 현저하게 저하되었다는 결과와 비교해 볼 때, 소금농도 2%에서 발효가 확실히 빨리 일어남을 알 수 있었다. 따라서 본 실험에서도 소금농도 3.0%가 가장 빠르게 발효숙성된 것으로 생각되었다.

동치미 발효숙성중의 미생물균수의 변화

소금농도별로 담근 동치미의 발효숙성중에 동치미 국물의 미생물균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. 총세균수 변화(Fig. 7(A))와 젖산균수의 변화(Fig. 7(B))는 거의 같은 양상을 보였고, 단지 차이점은 초기 균수에 있어서 총세균수가 젖산균수보다 많았다는 것이다. 따라서, 발효가 진행됨에 따라서 비젖산균수의 생육이 억제된다고 생각된다. 총세균수는 서서히 증가하다가 소금농도 1.5%는 발효 10일에 3.24×10^7 cfu/ml, 소금농도 3.0%와 4.5%는 발효 15일에 각각 2.75×10^7 cfu/ml와 2.46×10^7 cfu/ml, 소금농도 6.3%는 발효 22일에 6.92×10^7 cfu/ml의 최대 총세균수를 나타내었고, 그 이후로 조금씩 감소해 감을 볼 수 있었다.

젖산균수의 경우도 총세균수의 변화와 비슷한 변화 양상을 보였는데, 소금농도 1.5%와 3.0%는 발효 15일에 각각 3.16×10^7 cfu/ml와 2.24×10^7 cfu/ml, 소금농도 4.5%와 6.3%는 발효 22일에 각각 2.40×10^7 cfu/ml와 9.12×10^7 cfu/ml의 최대 젖산균수를 나타내었다. 또한 초기에는 총세균수나 젖산균수 모두 소금농도 1.5%가 많았는데, 시일이 지남에 따라 소금농도 6.3%가 총균수나 젖산균수 모두에서 증가를 보였다. 이것은 배추김치에서 소금농도가 낮을수록 숙성이 빨라 젖산균의 생육이 증가한다는 Mheen과 Kwon⁽²⁶⁾의 보고와 배추김치에서 소금의 과량 첨가하는 오히려 산생성 발효균의 생육을 크게 억제하였다는 안⁽²⁵⁾의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서, 소금농도 6.3%의 경우는 발효가 서서히 진행되어, 발효말기에 균수의 증가를 볼 수 있었다고 생각되며, 아울러 저장성 측면에서는 높은 소금농도가 바람직한 것으로 생각된다.

관능적 평가

동치미에서는 맛, 냄새, 텍스처가 주요 관능적 성질이라 판단하여 7개 항목으로 세분하고, 동치미를 4℃에 보관하면서 발효기간중 경시적으로 관능검사를 실시하였으며, 같은 저장기간에서 소금농도별로 7개 항목에 대한 결과를 통계처리하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 동치미 국물의 탁도는 발효 44일까지는 유의적인 차이를 보이지 않다가 발효 50일 이후에 유의적인 차이를 보였다. 신맛은 발효 60일을 제외하고는 $p < 0.05$ 에서 유의적인 차이를 보였는데, 소금농도 3.0%가 발효 36일에 3.54, 발효 44일에 3.62, 발효 71일에 3.77, 그리고 발효 85일에는 3.81로 비교적 높은 점수를 얻었다. 이는 이 화학적 분석에서 소금농도 3.0%가 가장 낮은 pH와 다소 높은 총산함량을 보인 실험결과를 반영한 것으로 판단되었다. 짠맛의 정도는 소금농도별로 모두 유의적인 차이($p < 0.01$)를 보였다. 탄산미는 발효 29, 44, 60일을 제외하고는 소금농도별로 발효일에 따라 다양한 유의수준($p < 0.05$)으로 유의적인 차이를 보였다. 소금농도 3.0%가 꾸준히 높은 점수를 얻었고, 소금농도 4.5%도 비교적 높은 점수를 얻었다. 향기는 발효 19~71일까지는 유의적인

차이($p < 0.05$)를 보이지 않다가, 발효 85일째에 $p < 0.05$ 에서 유의적인 차이를 보였고, 소금농도 3.0%가 주로 높은 점수를 얻었다. 텍스처는 발효 19~36일까지는 소금농도별로 유의성($p < 0.05$)을 보이지 않다가 발효 44일에 $p < 0.05$ 에서 차이를 보였고, 발효 50일 이후부터는 $p < 0.001$ 에서 유의적인 차이를 보여 텍스처에 더 크게 차이를 느끼는 것으로 나타났다.

종합적 기호도는 소금농도별로 $p < 0.01$ 에서 모두 큰 유의적인 차이를 보였다. 발효 19일에 소금농도 1.5%가 최고 5점에서 가장 높은 3.46을 얻었고, 그 이후 발효 22일 부터 85일까지 소금농도 3.0%가 계속 높은 점수를 얻어 소금농도 3.0%를 모두 선호하고 있음을 알 수 있었다. 그리고, 발효 60일에 소금농도 4.5%의 관능평가 점수가 초기보다 높아진 것을 볼 수 있었는데, 이는 미생물 발효에 의해서 유기산이 생성되어 관능요인들이 처음에 아주 짜게 느꼈으나, 발효 60일 이후에는 덜 느낀 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 볼 때 짠맛의 정도가 기호도에 가장 크게 영향을 미치고, 소금농도 4.5%와 6.3% 보다는 소금농도가 낮은 1.5%와 3.0%를 선호함을 알 수 있었다. 따라서, 모든 항목을 종합한 종합적 기호도면에서 소금농도 3.0%의 동치미가 우수하고, 관능검사 결과에서도 3.0% 소금첨가 동치미가 선호됨을 볼 수 있었다. 배추김치의 경우도 초기 소금농도가 3.0%^(18,26-28)일 때 가장 좋은 점수를 보였다.

또한, 앞에서 언급한 관능검사 7개 항목에 대하여 같은 소금농도에서 저장기간에 대하여 통계처리를 한 결과 (표로 나타내지는 않았음), 전체적으로 저장기간별로 큰 유의적인 차이는 없었다. 단지 소금농도 1.5%의 경우 텍스처항목에서만 저장기간별로 $p < 0.01$ 에서 유의적인 차이를 보였고, 소금농도 3.0%와 4.5% 경우는 탄산미에서만 각각 $p < 0.05$ 와 $p < 0.01$ 에서 유의적인 차이를 나타내었다. 소금농도 6.3%는 저장기간별로 모든 항목에서 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내지 않았다.

요 약

소금농도가 동치미의 발효숙성중에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 동치미 담금액의 소금농도를 달리하여 제조한 동치미를 4℃에서 85일 까지 저장하면서 pH, 총산함량, 환원당, 소금농도, 비타민 C 및 동치미 국물의 탁도 등의 이화학적 특성과 미생물학적 및 관능적 특성을 조사하였다. 전체적으로 발효가 진행됨에 따라 pH는 점차로 pH 3.93~pH 3.72까지 낮아지고, 총산함량은 0.18~0.22% 까지 증가함을 보였다. 동치미 국물에서 소금농도는 감소하였지만, 동치미 무에서는 증가되어 발효 15~22일에 동치미 무와 액사이의 소금농도가 평형상태에 도달했음을 볼 수 있었고, 이때 동치미 담금액의 초기 소금농도 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.3%는 각각 평형 소금농도 $1.2\% \pm 0.04\%$, $2.0\% \pm 0.07\%$, $2.8\% \pm 0.05\%$, 4.0%

± 0.06%에 도달하였다. 비타민 C와 환원당 함량은 동치미 국물에서 발효 15~22일 까지 점차 증가하다가 그 이후로는 서서히 감소되었다. 그러나, 동치미 무에서는 같은 기간 동안에 계속적인 감소를 보였다. 동치미 국물의 탁도는 발효가 시작되면서 증가하여 발효 22일에 모든 시료에서 최대의 탁도를 보이고 그 이후로는 점차로 감소하였다. 총세균수와 젖산균수의 변화는 초기에 총세균수가 조금 많은 것을 제외하고는 발효가 진행됨에 따라 거의 비슷한 변화 양상을 보였는데, 발효 15~22일에 젖산균수나 총세균수 모두 최대 균수를 보이고 그 이후로는 모든 시료에서 감소하였다. 관능적 평가에서는 짠맛의 정도와 전반적인 기호도에서 모두 큰 유의차를 보였으며, 특히 소금농도 3.0%의 동치미가 높은 점수를 얻어서 관능적으로 우수한 평가를 받았다.

감사의 말

본 연구는 과학기술처 특정연구개발과제인 "김치의 종합 연구"(과제번호 N1030-0483)의 일환으로 수행되었으며 연구비 지원에 대하여 깊이 감사 드립니다.

문 헌

- 윤서석: "한국의 음식용어". 민음사, 서울, p.256 (1991)
- 조재선, 황성연: 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사 연구(2). 한국식품과학회지, 3(3), 301 (1988)
- 김점식, 김일석, 정동효: 김치성분에 관한 연구(제1보) 동치미 숙성 과정에 있어서의 성분분태. 과연회보, 4(1), 35 (1959)
- 김점식, 김일석, 권태환: 채류침채식품에 관한 연구(제1보) 동치미원료 및 동치미 중의 당분에 관하여. 국방부 과학연구소 연구보고서, p.201 (1959)
- 정동효: 김치성분에 관한 연구(제3보) 동치미의 산화환원 전위에 대하여. 한국식품과학회지, 2(2), 34 (1970)
- 강근욱, 손현주, 김우정: 동치미의 발효 중 화학적 및 관능적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23, 267 (1991)
- 강근욱, 김종균, 김우정: 열처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 20, 565 (1991)
- 강근욱, 구경형, 김우정: 동치미의 저장성 향상을 위한 염수 담금 및 염혼합물의 병용효과. 한국영양식량학회지, 20, 559 (1991)
- 이매리, 이혜수: 동치미의 맛 성분에 관한 연구. 한국조리과학회지, 6, 1 (1990)
- 강근욱, 구경형, 이정근, 김우정: 동치미의 발효 중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23, 262 (1991)
- 황규찬: 침채류의 숙성세균과 Vitamin B₁₂ 생산성. 경희대학교 대학원, 박사학위논문 (1983)
- 이인선, 박완수, 구영조, 강국희: 품종별 가을배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화. 한국식품과학회지, 26(3), 239 (1994)
- A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 13th ed., p.876, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1980)
- Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.*, 31, 426 (1959)
- 정동효, 장현기: "식품분석". 진로연구소, 서울, p.250 (1989)
- 김광옥, 이영춘: "식품의 관능검사". 학연사, 서울, p.185 (1989)
- 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천: "SAS를 이용한 통계자료분석". 자유아카데미, 서울, p.61 (1989)
- 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정진섭, 구영조: 김치 제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과. 한국식품과학회지, 22(6), 707 (1990)
- 박우포, 김재욱: 소금농도가 김치발효에 미치는 영향. 한국농화학회지, 34, 295 (1991)
- 김소연, 김광옥: 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 21, 370 (1989)
- 권태연, 최용희: 무우의 염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측 모델. 한국영양식량학회지, 20(6), 572 (1991)
- 조은자, 장명숙: "식품가공저장". 효일문화사, 서울, p.48 (1991)
- 육철, 장 금, 박관화, 안승요: 예비열처리에 의한 무우 김치의 연화방지. 한국식품과학회지, 17, 447 (1985)
- 채례석, 주진순: 한국식품 중 Vitamin C 함유량에 대한 조사연구. 중앙화학연구소, 4, 47 (1955)
- 안승요: 김치제조에 관한 연구(제 1보) -조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과-. 국립공업연구소 연구보고서, 20, 61 (1970)
- Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 16(4), 443 (1984)
- 김중만, 김인숙, 양희천: 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구 I. 배추의 간절 임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적 변화. 한국영양식량학회지, 16(2), 75 (1987)
- 박영란, 박봉옥: 우리나라 저장식품중의 NaCl함량. 한국영양학회지, 7(1), 25 (1974)

(1994년 5월 6일 접수)