

동치미액 제조를 위한 발효기간 단축 연구

김동희 · 전윤기* · 김우정**
유한전문대학 식품영양학과, *정풍(주),
**세종대학교 식품공학과

Reduction of Fermentation Time for Preparation of Dongchimi Juice

Dong-Hee Kim, Yun-Kee Chun* and Woo-Jung Kim**

Department of Food and Nutrition, Yuhan Junior College

*Jung Poong Co., LTD.

**Department of Food science and Technology, King Sejong University

Abstract

Development of an effective method for the preparation of dongchimi juice was investigated by addition of NaCl, sucrose and hydrolytic enzymes before fermentation and addition of dongchimi juice during fermentation. The Chinese radish was ground and suspended in water (1:1, w/v) with addition of spices of garlic, green onion and ginger followed by fermentation at 25°C. Increase in NaCl concentration of brining solution from 1.0 to 5.0% resulted in a significant decrease in the rates of pH decrease and acidity increase. The sugar addition resulted in a faster change of them, particularly after 24 hours at 25°C. The fermentation rate was also greatly improved by enzymatic hydrolysis with using viscozyme, a commercial polysaccharides hydrolyzing enzyme, before fermentation. When the fermented juices of two stage (pH 5.4 and pH 4.4) were added up to 15% before (pH 5.4 juice) and during (pH 4.4 juice) fermentation, the initial and second stage of fermentation were significantly improved. Therefore a method of addition of sugar, hydrolytic enzymes and dongchimi juice before or during fermentation was suggested for dongchimi juice preparation.

Key words: dongchimi juice, fermentation, pH, acidity

서 론

김치류는 배추, 무, 오이 등을 주원료로 한 한국 고유의 채소 발효 식품으로서 재료에 따른 김치의 종류는 다양하다⁽¹⁾. 최근 경제성장과 함께 도시인의 주거환경변화, 주부들의 사회참여, 부업에서의 조리시간 단축 등으로 가정에서의 김치담금에 점차 감소하는 경향이고, 외식산업의 확산과 단체급식이 늘어나 공업적 김치제조 산업이 발전하고 있다.

동치미는 그 신선한 특유의 신맛을 갖고 있으며, 동치미액은 섭취시 상쾌함을 주므로 무를 이용한 동치미액의 개발은 바람직하다 할 것이다. 동치미의 원료인 무는 1993년도 총 생산량이 1,412천톤⁽²⁾으로 재배기간 동안의 기후에 의하여 생산량이 크게 좌우되어 수급이 불안정하고, 과잉 생산시에는 많은 양이 폐기처분 된다. 과거에는 무를 무말랭이로 만들어 주로 겨울철 밑반찬으로 소비하였으나, 지금은 그 소비량이 감소하고 있고

일부 사료로도 이용되지만 소비처까지의 운반과 저장성 문제가 있어 대부분 폐기되는 상태이다. 또한 동치미 제조시에도 절단되어 폐기되는 부분이 발생하고 무의 형태가 불량하여 버려지는 양도 상당히 발생된다. 따라서 자원의 효율적 활용과 환경오염의 방지를 위하여 폐기되는 무의 이용 방법 개발은 절실한 실정이다.

무 활용을 위한 연구로는 무를 이용한 주스 개발⁽³⁻⁵⁾이 있으나 아직 실용화 되지 못하고 있고 전통적 동치미의 제조과정은 무를 통채로 소금물에 담그어 발효시키는 것으로 발효시간이 많이(4°C에서 20일, 15°C에서 8일, 25°C에서 3일) 소요되는 단점⁽¹⁰⁾이 있었다. 따라서 동치미액의 생산을 목적으로 발효시킬 경우 발효시간을 단축시킬 필요가 있다 하겠다.

현재까지 동치미의 제조에 관한 연구로는 동치미의 발효과정중 성분의 변화^(6,7), 동치미의 산도, pH 및 산화환원 전위의 변화⁽⁸⁾, 비휘발성 유기산의 변화⁽⁹⁾, 발효중 물리 화학적 및 관능적 성질의 변화^(10,11), 열처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향⁽¹²⁾과 저장성 향상을 위한 연구⁽¹³⁾ 등이 있다. 그러나 동치미액 제조와 발효 시간 단축을 위한 연구는 발표된 바 없다.

그러하여 본 연구는 무를 이용한 동치미액 제조를

Corresponding author: Dong-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Yuhan Junior College, Buchun 422-749, Korea

위하여 발효기간의 단축 방법을 모색하고 소금, 당, 효소, 동치미액 첨가가 발효중 동치미액의 pH, 산도에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료

무는 배부름품종으로 뿌리길이 16~20 cm, 직경 5~7.5 cm, 무게 680~820g인 것으로 1991년 10월 가락시장에서 구입하여 구입 즉시 무청 부분을 제거하고 깨끗이 수세하여 표면수분을 제거한 뒤 마쇄하여 냉동하였다. 무는 실험에 사용될 분량을 전량 마쇄하여 잘 혼합한 다음 polyethylene bag에 500g씩 넣어 냉동시켜 두고 일정량을 취하여 사용하였다. 또한 향신료인 파, 마늘, 생강도 마쇄하여 냉동저장하였다. 무즙을 분해하기 위하여 사용한 다당류 복합 분해효소는 viscozyme과 cellulast(NOVO Industri, Denmark)로 NOVO에서 공급받아 사용하였으며, 기타 시약은 특급을 사용하였다.

실험에 사용한 viscozyme은 arabanase, cellulase, xy-lanase, hemicellulase, β -glucanase의 기능을 갖고 있으며 cellulast는 cellobiohydrolase, 1,4- β -D-glucosidase, 1,4- β -D-glucanase의 기능을 갖는 다당류 복합 분해 효소였다. 이들 효소의 적정온도는 40~50 $^{\circ}$ C였으며 적정 pH는 viscozyme 3.5~4.4, cellulast 4.5~5.5이었다.

동치미액 제조

마쇄된 무에 동량의 물을 가하여 파 3%, 마늘 1%, 생강 0.5%를 첨가하여 무분산액을 만들었다. 여기에 소금농도 1.0~5.0%, 설탕농도 0.5~2.0%, 효소농도 0.1~0.2%로 하여 25 $^{\circ}$ C에서 60시간 발효시키면서 12시간 간격으로 pH와 총산도를 측정하였다.

동치미액 첨가의 영향

표준시료에서 추출한 pH 5.4, pH 4.4의 동치미액 각각 또는 2단계로, 마쇄한 무 분산액을 기준으로 5, 10, 15%를 첨가하여 이들 동치미액 첨가가 발효속도에 미치는 영향을 조사하였다.

pH, 총산도 및 소금농도 측정

동치미액의 pH는 상온에서 pH meter(TUD Japan)로 측정하였고, 총산도는 AOAC⁽¹⁴⁾에 의하여 10 ml 김치액을 중화시키는데 소요되는 0.1 N NaOH의 ml수를 젖산으로 환산하였으며 소금 농도는 Mohr법⁽¹⁴⁾으로 측정하였다.

결과 및 고찰

소금 농도에 따른 pH 및 총산도의 변화

마쇄한 무를 1~5% 범위의 소금용액에 1:1(w/v)의 비율로 섞고, 양념(파, 마늘, 생강)을 첨가한 다음 25 $^{\circ}$ C에서 발효시키면서 소금농도에 따른 동치미액의 pH와

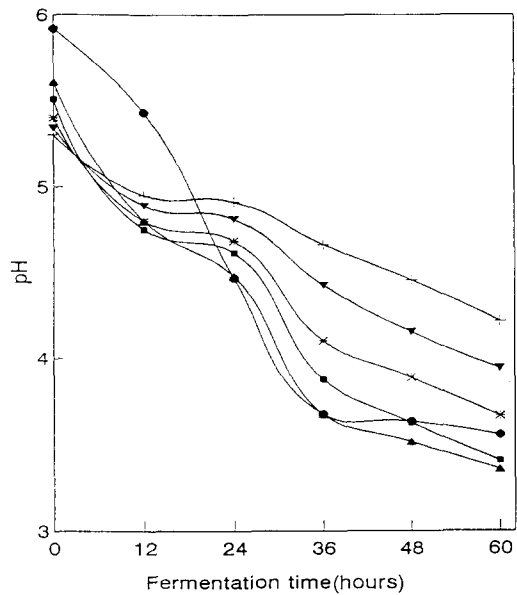


Fig. 1. Effect of NaCl concentration on pH of Dongchimi juice during fermentation

●—●; control, ▲—▲; 1% NaCl, ■—■; 2% NaCl, ✱—✱; 3% NaCl, ▼—▼; 4% NaCl, +—+; 5% NaCl

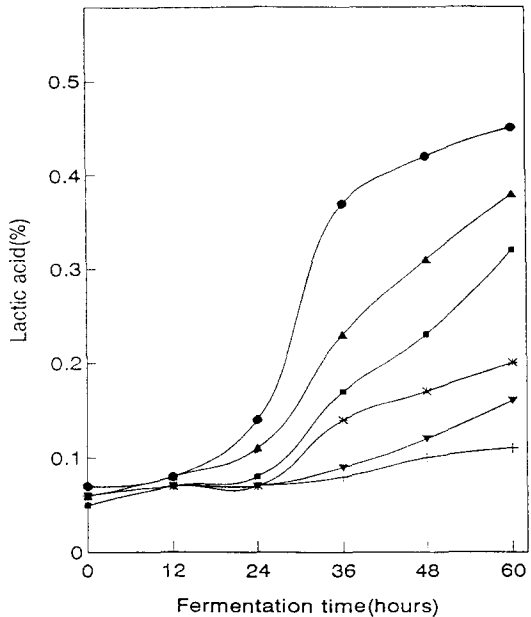


Fig. 2. Effect of NaCl concentration on total acidity of Dongchimi juice during fermentation

●—●; control, ▲—▲; 1% NaCl, ■—■; 2% NaCl, ✱—✱; 3% NaCl, ▼—▼; 4% NaCl, +—+; 5% NaCl

총산도 변화를 측정한 결과는 Fig. 1 및 2와 같다.

pH의 변화는 Fig. 1과 같이 소금과 양념이 첨가되지

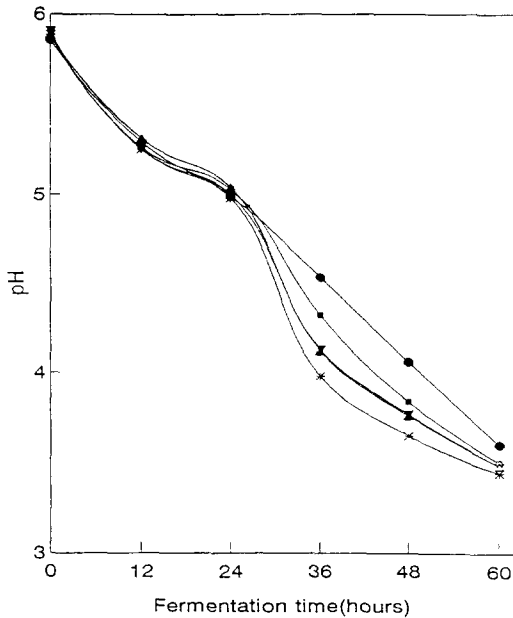


Fig. 3. Effect of sucrose on pH of Dongchimi juice during fermentation

●—●; control, ▲—▲; 0.5% sucrose, ■—■; 1.0% sucrose, *—*; 1.5% sucrose, ▼—▼; 2.0% sucrose

많은 대조구와 비교할 때 1% 소금용액을 제외하고는 전체적으로 소금함량이 높아질수록 pH가 느리게 낮아졌다. 1% 소금용액에서는 24~36시간 때에 대조구보다 약간 느리게 pH가 낮아졌으나 나머지 발효시간에서는 빠르게 pH가 낮아졌다. 2% 소금용액은 21시간까지는 대조구보다 빠른 pH 감소를 보이다가 48시간까지는 약간 느린 pH 변화를 보인 후 다시 감소하였다. 3~5%의 소금용액에서는 소금농도가 증가할수록 pH 변화가 대조구에 비해 느렸다. 관능적으로 동치미액의 적당한 신맛을 가진 pH 4.0에 도달하는 시간은 대조구가 29시간, 1% 소금용액이 31시간, 2% 소금용액이 34시간, 3% 소금용액이 42시간이었고, 4%에서는 60시간, 5%에서는 발효 60시간에 pH 4.2에 도달하였다. 낮은 소금농도인 1%와 2%에서는 동치미즙액의 발효가 촉진되었으나 소금농도가 3% 이상으로 높아가면서 pH 저하속도는 현저히 감소되었다. 무 분산액의 발효전 pH는 5.9였음에 반하여 소금농도가 1%에서 5%까지 증가하면서 pH 5.6부터 pH 5.3 정도까지 감소하는 경향이였다. 이러한 현상은 소금농도가 무 조직의 유기산 용출에 영향을 주는 것으로 사료된다.

한편 젓산으로 환산한 총산도의 변화(Fig.2)는 소금농도를 증가시킬수록 유기산 생성 속도가 느렸다. 발효 12시간까지는 총산도의 변화가 거의 없었으나 12시간 이후 부터는 소금농도에 따른 차이가 뚜렷하여져서 대

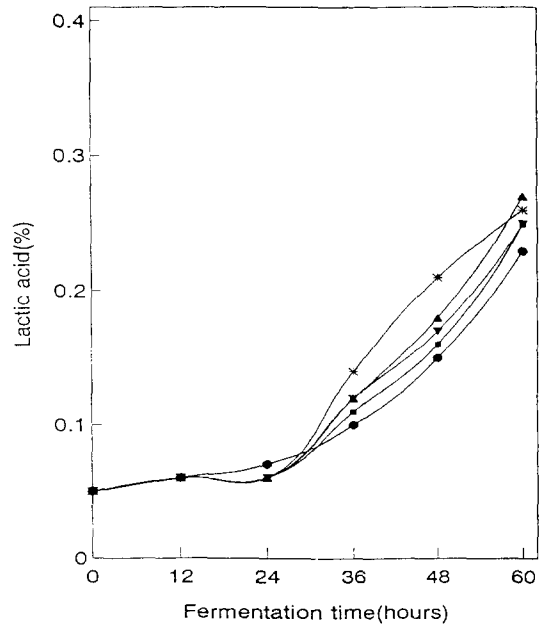


Fig. 4. Effect of sucrose on total acidity of Dongchimi juice during fermentation

●—●; control, ▲—▲; 0.5% sucrose, ■—■; 1.0% sucrose, *—*; 1.5% sucrose, ▼—▼; 2.0% sucrose

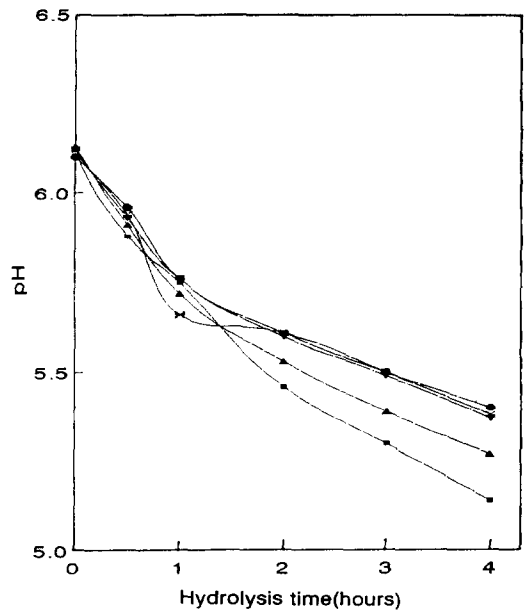


Fig. 5. Changes in pH of aqueous suspension of ground chinese radish during enzyme hydrolyzed with viscozyme and celluclast at 50°C

●—●; control, ▲—▲; 0.1% viscozyme, ■—■; 0.2% viscozyme, *—*; 0.1% celluclast, ▼—▼; 0.2% celluclast

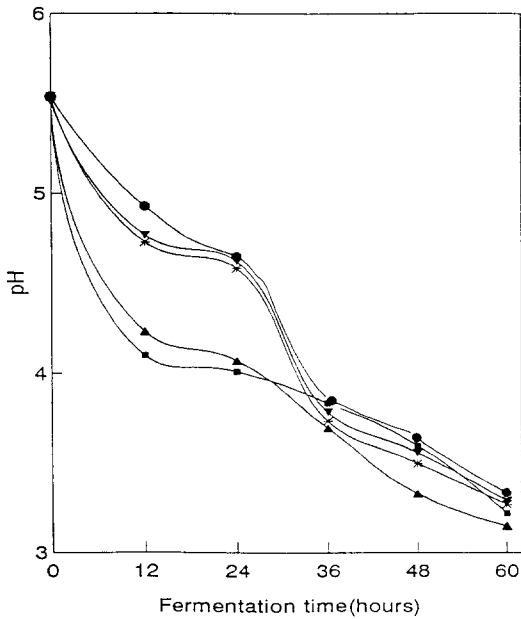


Fig. 6. Changes in pH of Dongchimi juice during fermentation at 25°C after enzymatic hydrolysis for 1 hour at 50°C with addition of spices and 2% NaCl

●—●; control, ▲—▲; 0.1% viscozyme, ■—■; 0.2% viscozyme, ✱—✱; 0.1% celluclast, ▼—▼; 0.2% celluclast

조구와 1% 소금용액은 12시간부터, 2%와 3%는 24시간부터 총산도가 증가하기 시작하였고, 5%는 전 기간을 통하여 거의 증가되지 않았다. 즉 60시간 발효 후 총산도는 대조구가 0.45%, 1% 소금용액은 0.38%, 2% 소금용액은 0.32%이었고, 5% 소금용액에서는 0.11%로 산생성이 대조구의 1/4수준이었다. 이러한 산생성 속도의 차이는 pH의 감소 경향과 유사하였고, 높은 소금농도에서의 지나치게 낮은 총산도는 발효의 지연과 생성된 유기산이 무기 이온(Na⁺)에 의하여 영향을 받는 것으로 생각된다.

이러한 동치미 발효시 소금농도의 영향은 민과 권⁽¹⁵⁾이 2.25~7.0% 소금농도 범위에서 발효시켰을 때 2.25% 소금농도가 김치 발효를 향상시켰다는 결과와 유사하다. 이상의 결과에서 1%와 2% 소금용액에서의 pH 변화는 대조구보다 빠르거나 비슷한 감소를 보였고 총산도의 경우는 대조구보다 약간 낮은 산생성 속도를 보였으며 pH를 기준한 발효속도의 단축을 위하여는 김치 발효균 이외의 잡균 번식을 고려할 때 1% 소금농도보다 2% 소금농도로 하여 당첨가와 효소분해를 계속 조사하였다.

설탕 첨가

마쇄한 무의 분산액에 양념과 2% 소금 그리고 설탕을 첨가하여 설탕의 농도(0.5~2.0%)에 따른 pH와 총산도 변화를 비교한 결과는 Fig. 3, 4와 같다.

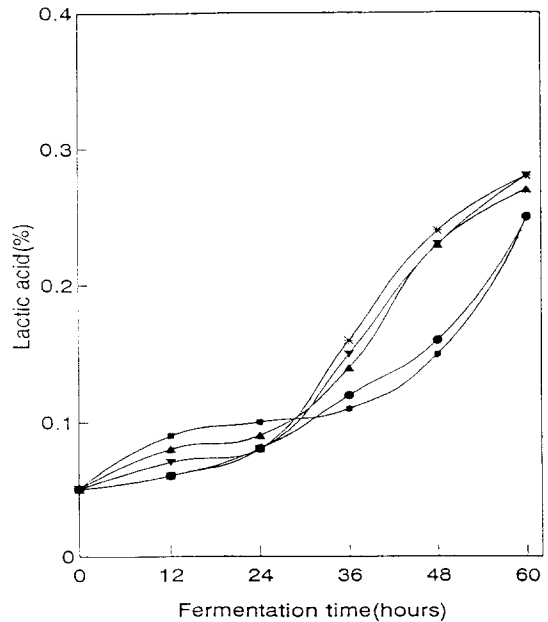


Fig. 7. Changes in total acidity of dongchimi juice during fermentation at 25°C after enzymatic hydrolysis for 1 hour at 50°C with addition of spices and 2% NaCl

●—●; control, ▲—▲; 0.1% viscozyme, ■—■; 0.2% viscozyme, ✱—✱; 0.1% celluclast, ▼—▼; 0.2% celluclast

pH 변화는 Fig. 3과 같이 대조구와 비교할 때 발효 24시간까지는 설탕을 첨가한 동치미액의 pH가 대조구와 비슷하게 감소되었으나 이후부터는 전체적으로 빠른 pH 감소를 보여 1.5% 설탕 농도에서 가장 빠른 동치미 발효가 촉진되었다. 0.5%와 2.0%는 비슷한 pH 감소를 보였으며 1.0%는 설탕 첨가구중 가장 느렸다. 한편 총산도 (Fig. 4)는 대조구에 비하여 30시간까지 (발효 중반)는 별 차이를 보이지 않았으나 발효 중반이후 부터 pH 경우와 마찬가지로 1.5%가 가장 많은 산생성을 보이면서 지속적으로 증가하였다.

발효전 마쇄 무의 효소 분해

동치미 발효전 소금과 양념을 넣지 않은 마쇄한 무 분산액에 탄수화물 분해 효소인 viscozyme과 celluclast를 0.1~0.2%(v/v) 되게 넣고 50°C 에서 4시간 가수분해시키면서 시간별로 효소 농도와 효소 종류에 따른 무분산액의 pH를 측정 한 결과는 Fig. 5와 같다.

pH 변화는 Fig. 5와 같이 대조구에서는 pH가 서서히 감소하였으나 viscozyme 처리구에서는 효소농도가 증가할수록 pH의 감소가 더 빠르게 진행되어 4시간 후 pH 6.1에서 5.2 정도로 낮아졌다. 반면 celluclast 처리구는 대조구와 거의 같은 감소를 보였다. 이러한 경향은 강등⁽¹⁶⁾의 결과와 유사한 경향이었다.

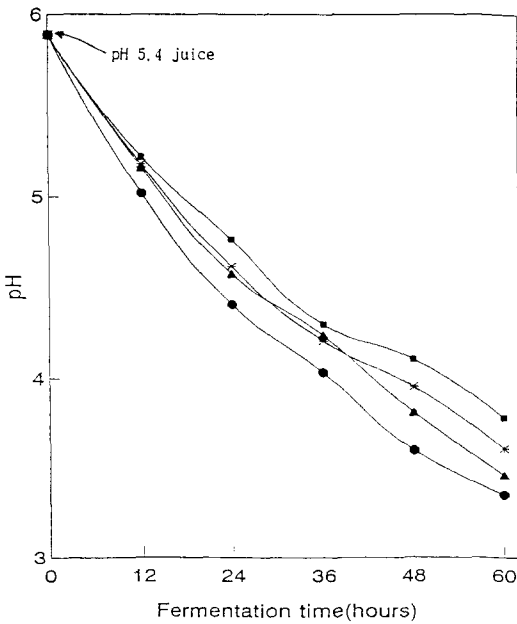


Fig. 8. Changes in pH of Dongchimi juice during fermentation at 25°C with addition of spices, 2% NaCl and Dongchimi juice of pH 5.4

●-●; control, ▲-▲; 5% Dongchimi juice, ■-■; 10% Dongchimi juice, *-*; 15% Dongchimi juice

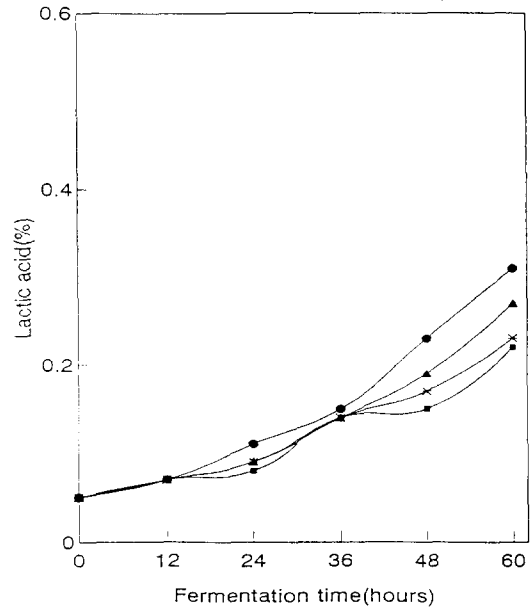


Fig. 9. Changes in total acidity of Dongchimi juice during fermentation at 25°C with addition of spices, 2% NaCl and Dongchimi juice of pH 5.4

●-●; control, ▲-▲; 5% Dongchimi juice, ■-■; 10% Dongchimi juice, *-*; 15% Dongchimi juice

발효중 효소 첨가

마쇄한 무분산액에 양념과 2% 소금을 넣고 0.1~0.2%의 viscozyme과 celluclast로 1시간 가수분해시킨 후 25°C에서 발효시키면서 동치미액의 pH 및 총산도 변화에 미치는 효소농도 및 효소종류의 영향은 Fig. 6, 7과 같다.

pH 변화는 Fig. 6과 같이 대조구와 비교할 때 효소처리구는 전체적으로 viscozyme 처리구에서 pH의 감소가 빨라 12시간 만에 pH 4.2 내외로 되었으며 대조구의 36시간과 비교할 때 약 3배의 발효 시간이 단축되었다. 반면 celluclast 첨가구는 24시간까지 대조구와 비슷하였다. 총산도(Fig. 7)는 발효초기엔 viscozyme이, 후기에는 celluclast가 유기산 생성을 촉진시켰으며 pH 4.0 정도가 측정되었던 각 시료는 총산도 0.08~0.12% 범위였음을 알 수 있었다.

동치미액 첨가

pH 5.4의 동치미액을 첨가한 처리구(Fig. 8)에서는 발효초기부터 말기까지 대조구보다 느린 pH 감소를 보였다. 동치미의 적당한 신맛을 지닌 pH 4.0에 도달하는 시간은 대조구가 37시간, 5% 동치미액 첨가구는 43시간, 10% 동치미액 첨가구는 53시간 및 15% 동치미액 첨가구는 47시간으로, 10% 첨가구가 가장 느린 pH 감소를

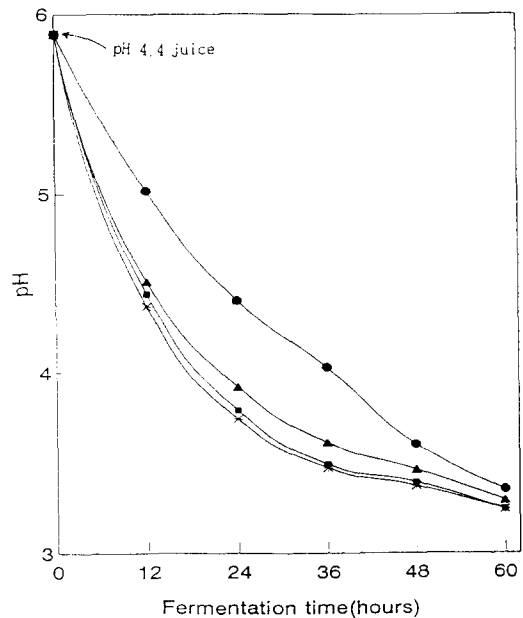


Fig. 10. Changes in pH of Dongchimi juice during fermentation at 25°C with addition of spices, 2% NaCl and Dongchimi juice of pH 4.4

●-●; control, ▲-▲; 5% Dongchimi juice, ■-■; 10% Dongchimi juice, *-*; 15% Dongchimi juice

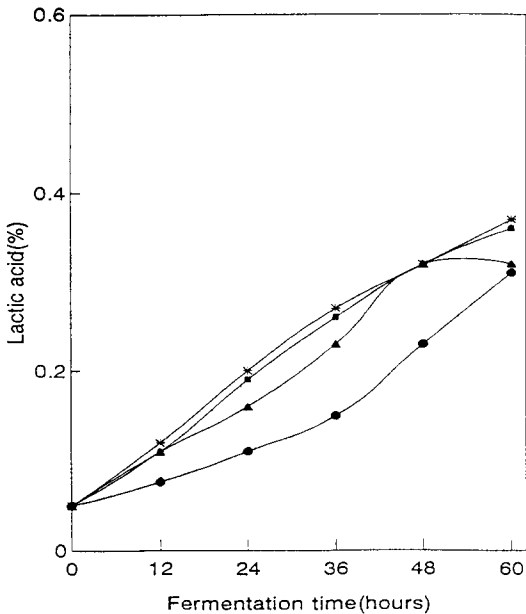


Fig. 11. Changes in total acidity of Dongchimi juice during fermentation at 25°C with addition of spices, 2% NaCl and Dongchimi juice of pH 4.4

●—●; control, ▲—▲; 5% Dongchimi juice, ■—■; 10% Dongchimi juice, *—*; 15% Dongchimi juice

보였다. 한편 총산도(Fig. 9)의 경우도 pH 변화와 같이 pH 5.4 동치미액 첨가가 전반적으로 대조구보다 적은 유기산을 생성하였다.

한편 pH 4.4 동치미액을 첨가했을 때 pH 변화는 Fig. 10과 같다. 발효초기부터 동치미 발효가 촉진되어 pH 4.0에 도달하는 시간은 대조구의 37시간에 비하여 5% 첨가가 27시간, 10% 첨가가 18시간, 15% 첨가는 17시간으로 동치미액 첨가량이 증가할수록 빠른 pH 감소를 보였고, 10% 첨가를 기준할 때 대조구에 비해 약 19시간 빠르게 감소하였다. 이 결과는 pH 4.4에 주 발효균인 *Leu. mesenteroides* 등 유기산 생성 미생물이 발효속도를 향상시켜 준 것으로 사료된다. 총산도(Fig. 11)에서도 대조구에 비해 전체적으로 pH 4.4의 동치미액 첨가로 빠른 증가를 보여 발효중반기의 유기산 생성 속도가 약 3배 정도 빨랐으며 발효초기부터 말기까지 지속적인 증가를 보였다. pH 4.4의 동치미액 첨가가 동치미 발효 촉진에 효과적임이 증명되었으며 동치미 발효촉진이 확연히 관찰되었는데 이 결과는 강 등⁽¹⁶⁾의 결과와 같은 경향이었으며 동치미의 속성 초기에는 무와 대기중에 있는 미생물 거의 전부가 증식하다가 pH가 감소하면서 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus* 등 내산성 미생물이 번식하며 특히 *Lac. plantarum*은 발효 후반기의 주 발효 세균으로 신맛과 산패를 야기시킨다고 보고한 결과^(17,18)와도 관계된다.

pH 5.4와 pH 4.4 동치미액을 2단계로 첨가하여 동치미 발효촉진에 미치는 영향을 검토한 결과 pH 4.4를 초기에 첨가한 결과와 유사하였다.

요 약

동치미액을 속성으로 제조하기 위한 방법을 모색하기 위하여 소금, 당, 효소, 동치미액 첨가가 발효중 동치미액의 pH, 산도에 미치는 영향을 검토하였다. 동치미액은 무분산액에 파, 마늘, 생강을 첨가하여 25°C에서 발효시켰다. 1~5% 소금첨가에서 소금함량이 높아질수록 pH 감소속도가 느렸으며 0.5~2.0% 설탕의 첨가는 발효 24시간 이후부터는 빠른 pH 감소를 보였다. 발효전 마쇄무의 효소분해는 viscozyme의 가수분해가 효소 농도가 증가할수록 pH의 감소가 빠르게 진행되었다. pH 5.4 동치미액 첨가와 pH 4.4 동치미액 첨가는 첨가량에는 큰 차이 없이 적당한 신맛을 가지는 pH 4.0으로 떨어지는데 걸리는 시간이 대조구의 절반으로 단축되었다.

감사의 글

본 연구는 유한전문대학의 학술연구비 지원으로 이루어진 결과로 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. 구영조, 최신량: 김치의 과학기술. 한국식품개발연구원, p.75(1990)
2. 한국식품연감. 농수산식품, p.159(1993)
3. 김길환, 김동만: 과채류의 CA저장 및 무우, 배추를 소재로 한 새로운 가공식품개발. 한국식품개발연구원(1990)
4. 김길환, 김동만: 무우, 배추를 소재로 한 새로운 가공식품개발. 한국식품개발연구원(1990)
5. 이세은, 이부용, 전재순, 김동만, 김길환: 무우 쥬스 농축액의 Rheological properties. 한국식품과학회지, 24(3), 261(1992)
6. 김점식, 김일석, 정동효: 동치미 속성과정에 있어서의 성분동태. 과연회보, 4, 35(1959)
7. 김점식, 김일석, 권태완: 채류 침체식품에 관한 연구(제1보). 동치미 원료 및 동치미 당분에 관하여. 과연회보, 3, 201(1958)
8. 정동효: 김치성분에 관한 연구(제3보). 동치미 산화 환원 전위에 대하여. 한국식품과학회지, 2, 34(1970)
9. 지옥화: 염도를 달리한 무우김치(동치미, 짬지)의 속성 시간에 따른 비휘발성 유기산의 변화. 충남대 석사학위논문(1987)
10. 강근옥, 구경형, 이정근, 김우정: 동치미의 발효중 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23, 262(1991)
11. 강근옥, 손현주, 김우정: 동치미의 발효중 화학적 및 관능적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 23, 267(1991)
12. 강근옥, 김종균, 김우정: 열처리와 염의 첨가가 동치미 발효에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 20(6), 565(1991)
13. 강근옥, 구경형, 김우정: 동치미의 저장성 향상을 위한 열수 담금 및 염혼합물 첨가의 병용효과. 한국영양식

- 량학회지, 20(6), 559(1991)
14. AOAC, *Official methods of analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, (1984)
 15. 민태익, 권태환: 김치발효에 미치는 온도, 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16(4), 443(1984)
 16. 강근옥, 구경형, 이형재, 김우정: 효소 및 염의 첨가와 순간열처리가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 23(2), 183(1991)
 17. 정하숙, 고영태, 임숙자: 당류가 김치의 발효와 Ascorbic Acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양학회지, 18(1), 36(1985)
 18. 황규현, 정윤수, 김호식: 김치의 미생물학적 연구(제 2 보) 혐기적 세균의 분리와 동정. 과연취보, 4(1), 54 (1960)
-
- (1994년 8월 4일 접수)