

등시 장아찌 제조 과정 중 이화학적 특성 변화

차원섭 · 백신경 · 나경민 · 박준희 · 오상룡 · 이원영 · 천성숙¹ · 최응규¹ · 조영제*

상주대학교 식품생물공학부, ¹영남대학교 식품가공학과

(2003년 6월 11일 접수, 2003년 9월 22일 수리)

뽕은감 품종의 하나인 등시를 이용하여 감장아찌 제조 중 과육의 이화학적 변화를 조사한 결과, 염도 변화는 저농도 간장 및 된장 침지의 경우 다소 완만한 증가를 보였고, 고농도의 간장 및 된장 침지의 경우 침지 기간 내내 증가하는 것으로 나타났다. 간장 침지액 감장아찌의 경도는 간장 및 된장 모두 20~80% 농도에서는 침지 초기에는 증가하다가 침지 기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 간장 침지 감장아찌의 색도 변화는 저장기간이 경과할수록 명도가 낮아지는 경향이었고, 적색도와 황색도는 침지액 농도를 달리하였을 경우 농도가 낮을수록, 침지 기간이 길어질수록 높았으며, 침지액 농도에 따른 차이는 크지 않았다. 침지액의 간장 및 된장의 농도를 달리하였을 때 감장아찌 중의 탄닌함량의 변화는 모든 침지액 농도에서 침지 기간이 지속될수록 탄닌의 함량은 저장 초기에 서서히 감소되다가 침지 기간이 길어질수록 급격히 감소하였으며, 첨가량에 따른 탄닌함량의 변화폭은 크지 않았다. 침지액의 간장 및 된장의 농도를 달리하였을 때 감과육에 존재하는 연화효소인 polygalacturonase와 pectinesterase 활성 변화는 간장침지 및 된장침지 모두 침지 초기부터 효소활성이 증가하기 시작하였으며 침지 기간이 경과할수록 효소활성은 더욱 높아지는 것을 알 수 있었고, 침지액의 농도가 높아질수록 효소활성이 억제되었다.

Key words: 등시, 장아찌, 품질특성, polygalacturonase, pectinesterase

서 론

감은 온대성 과수로서 우리나라 남부 지방을 중심으로 널리 재배되고 있으며 여러 가지 생리 효능이 뛰어난 것으로 알려져 있다.¹⁾ 단감의 경우는 대부분 생과로 이용되고 있으나 뽕은감은 전국에 재배면적은 2,523 ha, 생산량은 15,901 MT으로 등시, 반시가 약 59%이고 최근에 갑주백목, 평핵무가 증가하는 추세이나²⁾ 탄닌성분의 강한 수렴성으로 인하여 생과로 이용되는 양은 적은 실정이다. 따라서 감 가공품의 품질향상 및 수요에 적용할 수 있는 새로운 가공품 개발이 필요하며, 가공이용 기술이 현장에 활용된다면 농가의 소득증대에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 최근 감 가공 이용 연구에 대한 관심이 높아지면서 감 발효식품 개발에 관한 연구,³⁾ 꽃감 및 감식초의 상품성 향상,^{4,7)} 감의 탈삼기술 및 동결감의 상품성 향상,⁸⁾ 감 저장 유통기술 등에 관한 연구⁹⁻¹¹⁾가 수행되어 왔다. 또한 생산자단체도 품질경쟁력 향상을 위해 자체적인 기술 향상에 많은 노력을 기울이고 있어 감 가공품의 품질은 향상되어 가고 있다.¹²⁻¹⁴⁾ 그러나 감 가공 이용 분야에서는 아직도 해결해야 할 여러 과제가 남아 있다. 지금까지 이루어진 감의 저장과 가공에 대한 연구로는 탄산가스를 처리하여 감의 뽕은맛을 제거하는 방법,⁸⁾ 감의 염침 저장 중에 탄닌을 비롯한 성분들의 변화,³⁾ 유산발효를 이용한 감의 이용,⁴⁾ 기체 조성이나 폴리에틸렌 필름을 이용한 단감 또는 뽕은감의 저장에 대한 것이 보고된 바 있다.⁹⁻¹¹⁾ 일본과 우리나라에서는 감이 주로 꽃감으로 가공되지

만 모양이나 크기가 부적당하여 건시로 가공되지 못하는 뽕은감들이 많으므로 생산 농가들이 직접 손쉽게 가공하여 대량 소비가 가능한 가공 방법의 모색이 시급하다.

따라서 본 연구에서는 뽕은감을 원료로 장아찌를 제조하여 제조과정 중의 이화학적 특성을 비교 분석하여 최적 제조조건 확립을 위한 기초자료로 제시함으로써 감 재배 농가의 가공상의 애로 사항을 해결하고자 하였다.

재료 및 방법

재료. 본 실험에 사용한 시료는 상주지방의 등시 중 약 120 ± 5.6 g 내외의 크기가 비슷한 감만을 사용하였고, 간장(염도 9.5%) 및 된장(염도 10.5%)은 시중에서 판매되는 H사 제품을 사용하였다.

장아찌의 제조방법. 감을 크기가 균일하게 선별한 후 각각 10 l 용량의 폴리프로필렌 수지용기에 폴리에틸렌 필름봉지를 간 뒤 물에 간장 및 된장을 20~100%(v/v) 단계별로 희석시켜 만든 절임액에 원료감을 넣고 필름봉지내의 공기를 vacuum pump로 빼낸 다음 끈으로 묶어 밀봉하여 감이 절임액에 잠기도록 하였다.¹⁵⁾ 각 절임용기는 15°C의 절임온도에서 10~50일 동안 항온실에서 장아찌를 제조하였다.

과육의 염도 측정. 감 시료 5 g을 회화로에서 4시간 정도 회화한 후 방냉하고 증류수로 용해 여과 한 다음 증류수를 사용하여 100 ml로 정용하였다. 그중 25 ml를 분취하여 2% K₂Cr₂O₄ 용액 1 ml를 가하고 0.1 N AgNO₃로 적정 약한 적갈색이 나타나는 점을 종말점으로 하였다.¹⁵⁾

과육의 경도. 과육의 경도는 Rheometer(CR-100D Sun scientific CO. LTD, Japan)를 사용하였으며 시료를 높이 1 cm

*연락처

Phone: 82-054-530-5265; Fax: 82-054-530-5269

E-mail: yjcho@sangju.ac.kr

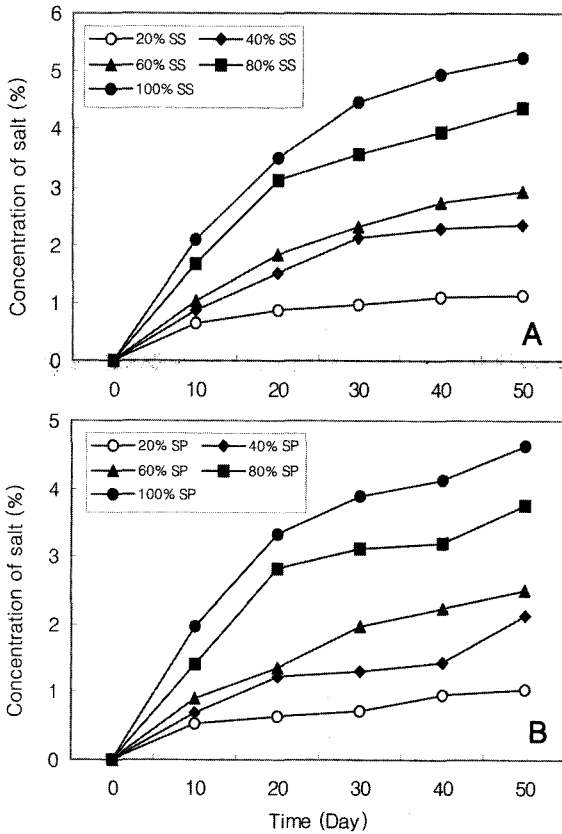


Fig. 1. Concentration of salt in fruits of persimmon with soy sauce (A) and soy paste (B). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

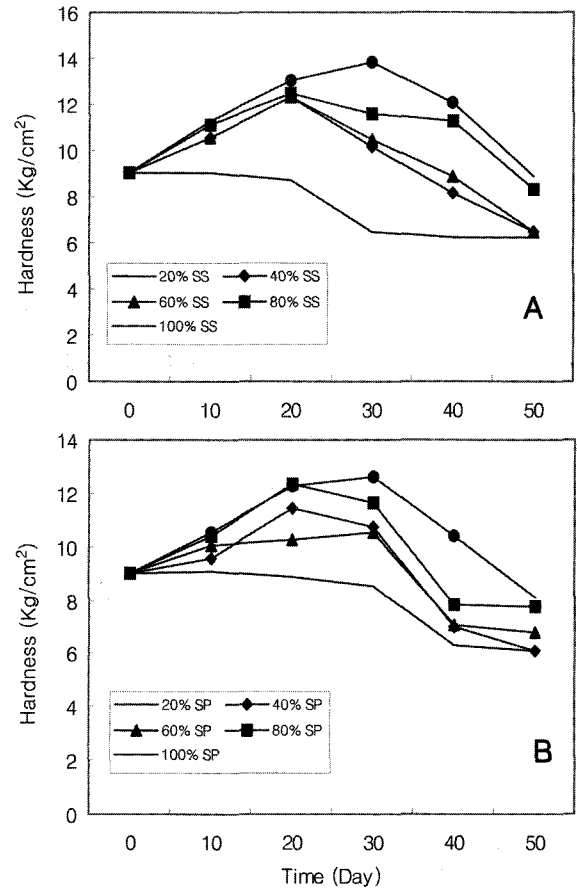


Fig. 2. Hardness of fruits of persimmon with soy sauce (A) and soy paste (B). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

두께로 절단하여 직경 5 mm의 probe가 표피에서 3 mm되는 지점까지 가해지는 compressive force(kg/cm²)를 측정하였다.¹⁵⁾

과피의 색도. 과피의 색도는 색차계(Minolta CR-300, JAPAN)을 이용하여 L, a, b값을 측정하였다.

탄닌 함량 측정. 탄닌 함량의 측정은 Duval과 Shetty의 방법¹⁶⁾에 준하여 측정하였다. 즉, 시료 용액 1 ml에 95% ethanol 1 ml와 증류수 5 ml를 가하여 잘 흔들어 주고 5% Na₂CO₃ 용액 1 ml와 1 N Folin ciocalteu reagent 0.5 ml를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, gallic acid를 사용한 표준곡선에서 양을 환산하였다.

효소 추출. 효소 실험을 위한 시료의 제조는 감 시료 10 g을 0.05 M acetate buffer(pH 5.2) 200 ml를 가한 다음 균질화시키고 24시간 동안 shaking하여 효소를 추출하고, 20,000 rpm으로 원심분리 한 후 Whatman No. 1 여과지로 여과한 여액을 조효소액으로 사용하였다.¹⁷⁾

Polygalacturonase(PG) 활성 측정. PG 활성 측정은 Gross의 방법¹⁸⁾에 준하였다. 1% polygalacturonic acid 용액 100 µl와 증류수 50 µl 혼합액에 효소액 50 µl를 가하여 30°C에서 30분간 반응시킨 다음 0.1 M boric acid-borax buffer(pH 9.0) 1 ml를 가하여 반응을 정지시켰다. 다음에 1% 2-cyanoacetamide용액 200 µl를 가하여 혼합하고, 10분간 끓인 후 얼음물에서 냉각한 다음 276 nm에서 흡광도를 측정하였다. Polygalacturonase의 활성 단위는 30°C에서 30분 동안 1 µmole

의 α-D-galacturonic acid를 생성하는 효소량을 1 unit로 하였다.

Pectinesterase(PE) 활성 측정. PE 활성 측정은 Simon과 Tucker의 방법¹⁹⁾에 의해 측정하였다. 즉, 0.05 M acetate buffer(pH 5.2)에 pectin을 0.5% 농도로 용해하여 만든 기질용액과 효소액을 10:1(v/v)로 혼합한 후 30°C에서 60분간 반응시키고, 반응액 1 ml에 2% potassium permanganate 0.2 ml를 가하고 얼음수조에서 15분간 방치하였다. 여기에 0.2 ml의 0.5 M sodium arsenite 용액과 0.6 ml의 증류수를 가한 후 1시간 실온에서 반응시키고 2 ml의 0.02 M pentan-2,4-dion 용액을 가하여 밀봉하고, 60°C에서 15분간 가열하여 발색시킨 후 실온에서 412 nm로 흡광도를 측정하였으며, 표준곡선으로는 메탄올을 사용하여 표준곡선을 작성하였다.

결과 및 고찰

과육의 염도 변화. 감장아찌 제조 중의 과육의 염도 변화는 Fig. 1-A와 같이 20~40% 농도의 간장액 침지의 경우 침지 기간이 경과할수록 다소 완만한 증가를 보였고, 80~100%의 간장액 침지의 경우 침지 초기에서부터 현저한 염도의 증가를 나타내었으며, 침지 50일째까지 염도가 계속 증가하는 것으로 나타났다. 침지액에 된장을 첨가한 경우, 염도의 변화는 Fig. 1-B에서와 같이 간장의 경우와 유사한 경향을 나타내어 된장 첨가량

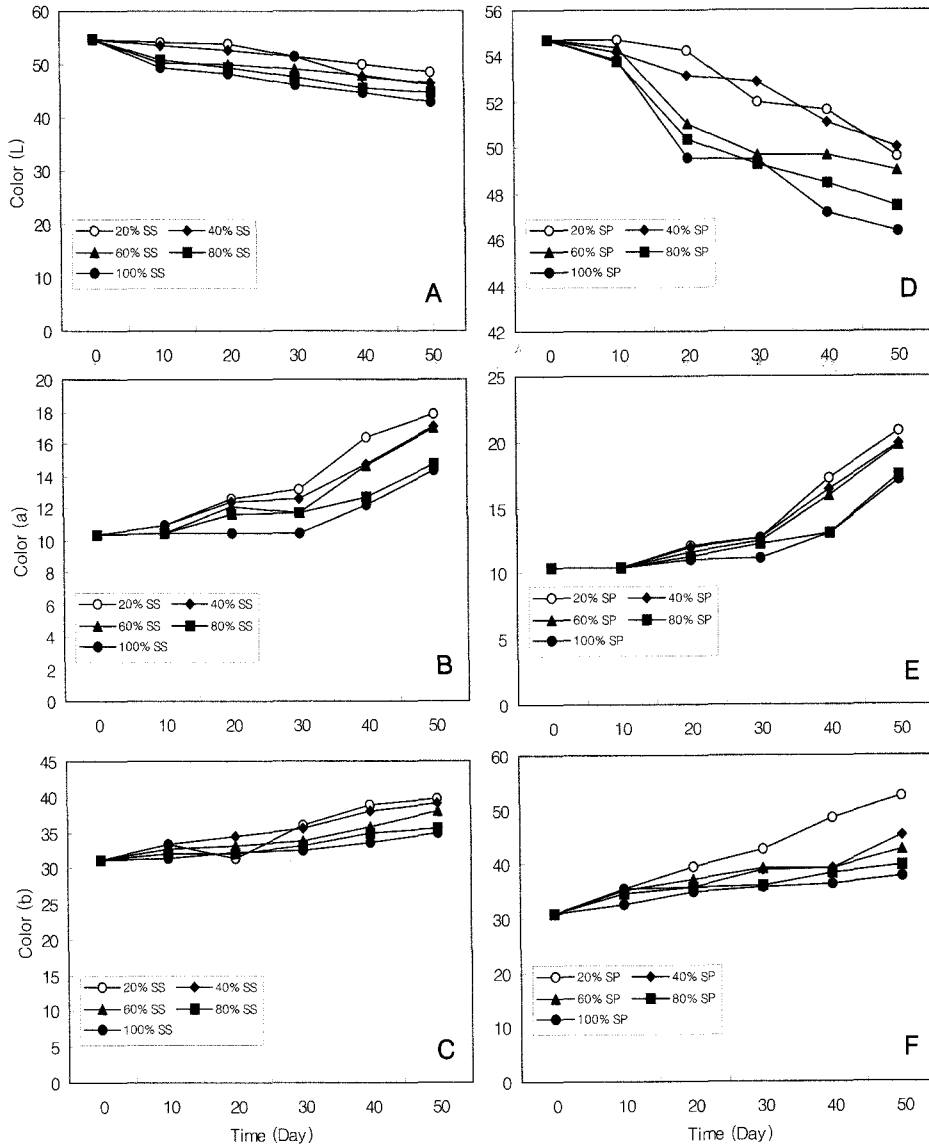


Fig. 3. Brightness (L), redness (a) and yellowness (b) of fruits of persimmon with soy sauce (A, B and C) and soy paste (D, E and F). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

이 높아져 침지액의 염도가 높아질수록 과육의 염도가 높아지는 것을 확인하였다. 이는 고농도의 침지액에서 염도가 높아짐에 따라 침지액과 과육간의 삼투압차가 커져 염이 감과육 내부로 더 많이 침투해 들어갔기 때문으로 생각된다. 된장 보다 간장에 침지한 감 과육의 염도가 높은 것은 80~100%의 고농도의 침지조건에서 된장의 paste 상태보다 간장의 액상상태가 삼투압에 의한 물질 이동이 더 원활해지기 때문인 것으로 판단되었다. 김 등¹⁵⁾은 비단시를 이용한 장아찌 제조시 침지액에 된장을 첨가하였을 때 된장을 첨가하지 않은 실험군보다 감 육질간 삼투압차가 작아져 염도의 변화폭이 줄어들었다고 보고한 것과 유사한 결과를 얻었다.

경도의 변화. 감장아찌의 경도는 Fig. 2-A와 B에서처럼 간장 및 된장 침지 모두 40~80% 농도에서는 침지 20일째까지는 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 나타내었으며, 100% 간장 침지의 경우 침지 30일째까지 경도가 증가하다가 그 이

후 감소하는 경향을 나타낸 것으로 보아 염도가 높아짐으로 인해 침지 초기에 삼투압차로 인한 탈수 현상과 감의 연화와 관련된 효소작용이 억제되어 경도가 증가하고 그 이후에는 감의 숙성이 진행됨에 따라 감소한 것으로 생각되었고, 침지액의 농도가 높아질수록 과육으로의 염의 침투가 활발해져 염에 의한 효소억제가 높아지는 것으로 판단되었다. 간장 침지액의 경우 침지 20일째까지 농도별 경도의 차이를 거의 나타내지 않다가 30일째 이후부터 각 농도간 경도의 차이가 크게 벌어졌다. 또한 된장 침지의 경우 침지 농도별 경도 차이는 침지 기간 내내 크게 차이가 났으며 침지 기간이 길어질수록 경도는 계속 감소하였다. 이는 김 등¹⁵⁾이 비단시 감장아찌 제조시 침지 초기에 경도가 증가하다가 침지 기간이 길어질수록 경도가 감소하는 경향을 나타내었다고 보고한 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

색도의 변화. 간장 침지 감장아찌의 색도 변화는 Fig. 3-A

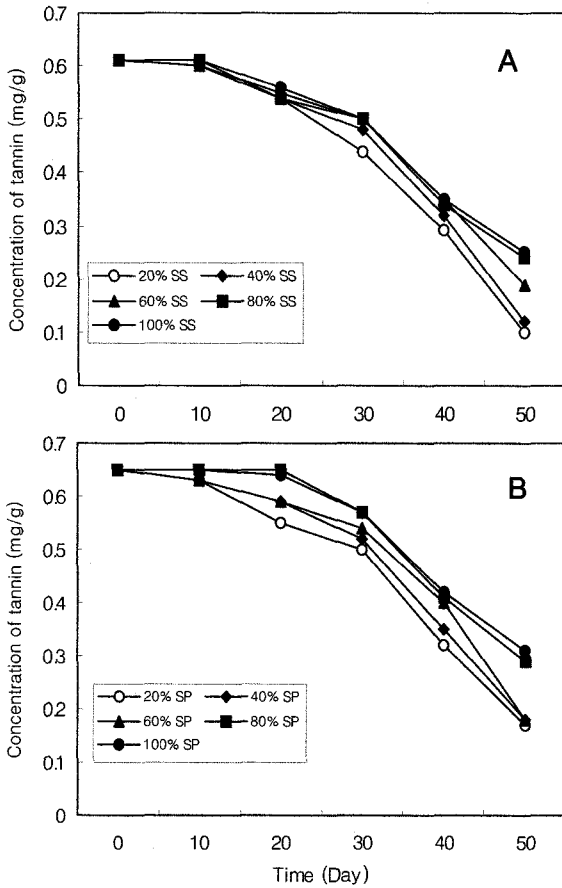


Fig. 4. Concentration of tannin in fruits of persimmon with soy sauce (A) and soy paste (B). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

에서와 같이 L값은 침지 50일째까지 서서히 감소하여 명도가 낮아지는 경향이었고 침가 농도간 차이는 크지 않았다. 간장침지 감장아찌의 적색도와 황색도를 나타내는 a, b값은 Fig. 3-B 및 C와 같이 적색도(a)는 침지액농도를 달리하였을 경우 농도가 낮을수록, 저장기간이 길어질수록 높았으며, 황색도(b)는 저장기간 중 서서히 높아지는 경향을 나타내었으나 침지액 농도별 차이는 크지 않았다. 된장 침지 감장아찌의 색도 변화는 Fig. 3-D에서와 같이 고농도의 된장 침지의 경우 침지 20일경부터 급격한 명도의 저하가 발생하였고, 20~40%의 저농도에서는 명도의 감소가 다소 완만하게 발생하였으며, 처리농도간 차이는 상당히 크게 나타났다. 이는 감의 명도가 고농도의 간장 및 된장 침지액에 의한 삼투압변화로 영향을 받아 낮아진 것으로 판단하였다. 김과 정¹⁵⁾은 침지액의 삼투압 변화가 감과육의 명도 변화에 영향을 미쳐 명도가 낮아진다고 보고하였고, 본 실험에서도 유사한 결과를 얻었다. 된장 침지 감장아찌의 적색도와 황색도를 나타내는 a, b값은 Fig. 3-E와 F와 같이 a값은 간장 침지의 경우와 같이 침지액 농도를 달리하였을 경우 농도가 낮을수록, 침지 기간이 길어질수록 높아져 침지 40일 이후부터 급격한 상승을 나타내었고, 황색도(b)는 50일간의 침지 기간 중 큰 변화는 나타나지 않았으며 침지액 농도별 차이도 크지 않았다. 전반적으로 감장아찌 제조과정 중에 짧은감의 숙성이 진행되어 감의 색깔이 점차 붉어짐을 알 수 있었다. 김 등¹⁵⁾은 감

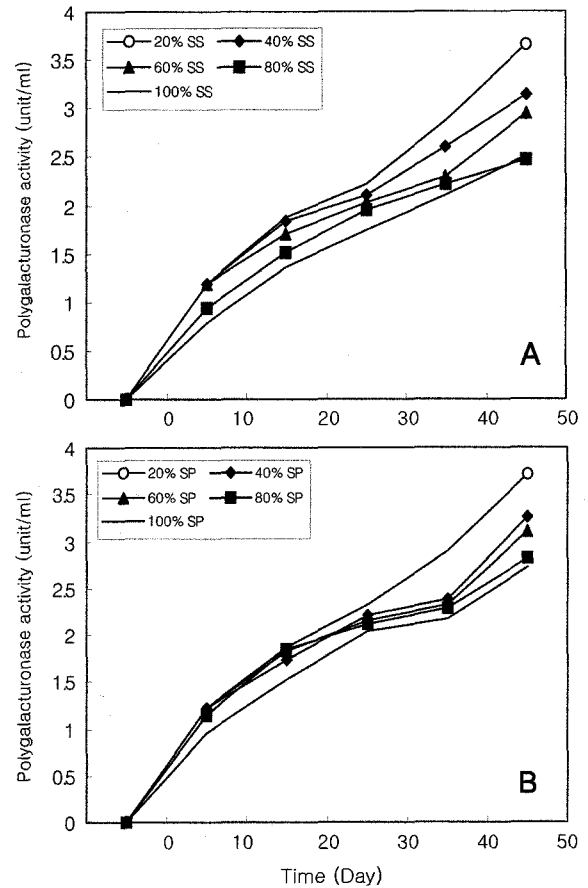


Fig. 5. Polygalacturonase activity in fruits of persimmon with soy sauce (A) and soy paste (B). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

장아찌 제조시 침지 기간이 증가함에 따라 감의 숙성이 진행되어 색깔이 점차 붉은색을 나타낸다고 보고하였으며 본 실험에서도 동일한 결과를 얻었다.

탄닌 함량의 변화. 침지액의 간장 및 된장의 농도를 달리하였을 때 감장아찌 중의 탄닌함량의 변화는 Fig. 4A, B와 같이 모든 침지액 농도에서 침지 기간이 지속될수록 탄닌의 함량은 침지 10일째까지 서서히 감소되다가 그 이후에는 급격히 감소하였으며, 침가량에 따른 탄닌함량의 변화폭은 크지 않았다. Nakabaya,²⁰⁾ Yonemori와 Matsushima²¹⁾는 감과실의 성숙 및 연화가 진행됨에 따라 탄닌들 간의 중합으로 고분자화가 진행된다고 보고하였고, 본 실험에서도 침지 시간이 경과하면서 과육의 숙성에 의해 탄닌분자들의 중합에 의한 고분자화가 발생하여 불용성의 탄닌으로 바뀌는 것으로 생각되었다. 김 등¹⁵⁾은 비단시 장아찌 제조시 침지 10일째까지 탄닌 함량이 급속도로 감소한다고 보고한 것과는 달리 본 실험에 사용된 동시의 경우 침지 초기에는 완만한 감소를 나타내었으며, 침지 기간이 더욱 진행되면서 급격한 탄닌 함량의 감소를 나타내었다. 이는 감 종류별 탄닌의 특성 차이에 따라 탄닌의 중합이 일어나는 시간이 달라서 불용성 탄닌으로 전환되는 시간의 차이가 나는 것으로 이해되었다.^{20,21)}

Polygalacturonase 활성 변화. 침지액의 간장 및 된장의 농도를 달리하였을 때 감과육에 존재하는 연화효소인

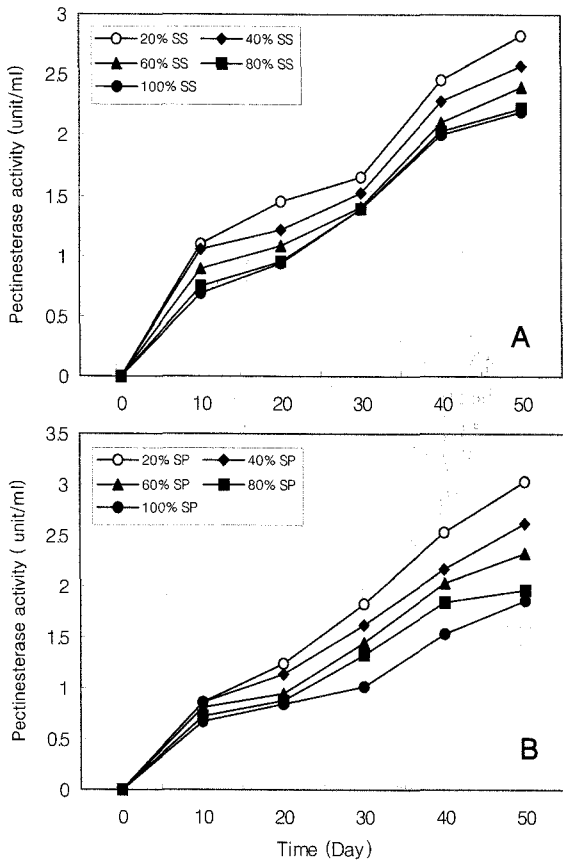


Fig. 6. Pectinesterase activity in fruits of persimmon with soy sauce (A) and soy paste (B). *SS; Soy sauce, *SP; Soy paste

polygalacturonase 활성 변화는 Fig. 5-A, B와 같이 간장 침지 및 된장 침지 모두 침지 10일째부터 효소활성이 증가하기 시작하였으며 침지 기간이 경과할수록 효소활성은 높아지는 것을 알 수 있었고, 침지액의 농도가 높아질 수록 효소활성이 억제되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 간장 침지의 경우 침지액 농도간 차이가 뚜렷하게 구별되었으나, 된장의 경우 침지액 농도간 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 간장 침지의 경우 된장 침지에 비해 삼투압에 의한 과육으로의 염의 침투가 상대적으로 용이해 효소억제 작용이 차이가 나는 것으로 판단되었다.

Pectinesterase 활성 변화. 침지액의 간장 및 된장의 농도를 달리하였을 때 감장아찌 제조 중 과육의 연화에 관여하는 효소인 pectinesterase의 활성 변화는 Fig. 6-A, B와 같이 polygalacturonase와 유사한 경향을 보였으며, 간장 침지 및 된장 침지 모두 침지 기간이 경과할수록 효소활성은 높아지는 것을 알 수 있었고, 침지액의 농도가 높아질 수록 효소활성이 억제되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 간장 및 된장 침지 모두 침지액 농도간 차이가 뚜렷하게 구별되었다. Pectinesterase의 활성 변화가 polygalacturonase와 유사한 패턴을 가지는 것은 이들 두 효소의 작용에 의해 감장아찌 제조 중 과육의 경도 변화를 유발하게 되고 연화현상이 진행된다고 판단되어지며, 침지 초기에 침지액속의 염의 존재로 인해 이들 효소의 활동이 억제되며 초기 경도가 증가하는 것으로 생각되어진다.

참고문헌

1. Moon, S. H. and Park, K. Y. (1995) Antimutagenic effects of boiled water extract and tannin from persimmon leaves. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **24**, 880-886.
2. Kim, Y. B. (1994) The extensional device on processing and freshness keeping of persimmons. Report 1-3 ed. National Horticultural Research Institute.
3. Song, B. H. and Kim, D. Y. (1983) Studies on storage of persimmon in salt solution. *J. Kor. Agric. Chem.* **26**, 169-176.
4. Ku, K. H. (1984) Fermentation for efficient utilization of persimmons. M.S thesis, Hyosung Woman University, Daegu, Korea.
5. Park, H. W., Koh, H. Y. and Park, M. H. (1989) Effect of packaging materials and methods on the storage quality of dried persimmon. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **21**, 321-325.
6. Hideo, T. and Teruo, A. (1986) Changes of the free organic acid composition in the process of "Hoshigaki", sundried persimmon. *Bull. Coll. Agr. Vet. Med. Nihon Univ.* **43**, 57-62.
7. Msayo, K. and Rynosuke, S. (1987) Changes of carotenoids in Japanese persimmon (Yotsumizo) during maturation, storage and drying process. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **34**, 155-162.
8. Gazit, S and Adato, I. (1972) Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruits. *J. Food Sci.* **37**, 815-817.
9. Sohn, T. H., Choi, J. U., Seog, H. M., Cho, R. K., Seo, O. S., Kim, S. T., Ha, Y. S. and Kang, J. H. (1978) Studies on the utilization of persimmons. (Part 6) Investigation of the optimum thickness of film bag for polyethylene film storage of Fuyu. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **10**, 78-82.
10. Min, B. Y. and Oh, S. L. (1975) Studies on CA storage of persimmon by polyethylene film packaging. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **7**, 128-134.
11. Sohn, T. H., Choi, C. J., Cho, R. K., Seog, H. M., Seong, C. H., Seo, O. S., Ha, Y. S. and Kang, J. H. (1978) Studies on the utilization of persimmons. (Part 5) Investigation of the optimum thickness of film bag for polyethylene film storage of astringent variety. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **10**, 73-77.
12. Lee, G. D. and Jeong, Y. J. (1998) Optimization on organoleptic properties of Kochujang with addition of persimmon fruits. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1132-1136.
13. Ann, Y. G., Pyun, J. Y., Kim, S. K. and Shin, C. S. (1999) Studies on persimmon wine. *Korean J. Food Nutr.* **12**, 455-461.
14. Hong, J. H., Lee, G. M. and Hur, S. H. (1996) Production of vinegar using deteriorated deastringent persimmons during low temperature storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **25**, 123-128.
15. Kim, H. Y. and Chung, H. J. (1995) Changes of physicochemical properties during the preparation of persimmon pickles and its optimal preparation conditions. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **27**, 697-702.
16. Duval, B. and Shetty, K. (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J. Food Biochem.* **25**, 361-377.
17. Cho, Y. J., Lim, S. I., Lee, W. J. and Choi, C. (1989)

- Production and purification of polygalacturonase from *Penicillium* sp. CB-20. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **17**, 440-446.
18. Gross, K. C. (1975) A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. *Hortscience* **10**, 624-625.
19. Simon, S. H. and Tucker, G. A. (1999) Simultaneous co-suppression of polygalacturonase and pectinesterase in tomato fruit: Inheritance and effect on isoform profiles. *Phytochemistry* **52**, 1017-1022.
20. Nakabayashi, T (1971) Studies on tannins of fruits and vegetables. (part VII) Difference of the components of tannin between the astringent and non-astringent persimmon fruits. *J. Food Technol.* **18**, 33-37.
21. Yonemori, K. and Matsushima, J. (1983) Differences in tannins of non-astringent and astringent type fruits of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* T.). *J. Japan Soc.* **52**, 135-144.

Changes of Physicochemical Characteristics during the Preparation of Persimmon Pickles

Woen-Seup Cha, Shin-Kyeong Baek, Kyeong-Min Na, Jun-Hee Park, Sang-Lyong Oh, Won-Yeong Lee, Sung-Sook Chun¹, Ung-Kyu Choi¹ and Young-Je Cho* (Division of Food & Bioresources Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea; ¹Department of Food Science & Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea)

Abstract: Changes of physicochemical properties during the preparation of persimmon pickles were investigated. The salinity in persimmon pickles increased during storage time (0~50 days) with soy sauce and soy paste. When the fermented soy sauce and soy paste was added to the soaking solution with 80~100%, the salinity increased more rapidly. The hardness of persimmon pickles with soy sauce and soy paste was slightly increased up to the 20 or 30th day of storage and then decreased. L value of persimmon pickles was gradually decreased, but a and b value were slightly increased. The concentration of soluble tannin in persimmon pickles was slightly decreased down to the 20th day of storage and then decreased rapidly. The activities of polygalacturonase and pectinesterase as softening enzyme in persimmon pickles with soy sauce and soy paste increased during storage time (0~50 days) and enzyme activity was inhibited by high concentration of soaking solution.

Key words: *Dungsi*, pickle, physicochemical characteristics, polygalacturonase, pectinesterase

*Corresponding author