KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 35, No. 3, pp. 455~460 (2003)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

Citric acid와 phytic acid가 첨가된 된장의 색도와 품질특성

곽은정 · 박완수 · 임성일*
한국식품개발연구원

Color and Quality Properties of *Doenjang* Added with Citric Acid and Phytic Acid

Eun-Jung Kwak, Wan-Soo Park and Seong-Il Lim*
Korea Food Research Institute

Effects of 0.25 and 0.5% citric and phytic acids on color and quality properties of *doenjang* during fermentation at 30°C for 80 days were evaluated. As concentration of organic acid and fermentation time of acid-added *doenjang* increased, acidity, lightness, and antibrowning rate increased, whereas pH, amino nitrogen, and enzyme activity decreased compared to nonacid-added control. Microbial populations of total bacteria, yeast, and lactic acid bacteria were not affected by decrease in pH. Although degree of brown color ($p<0.05$) could be differentiated, flavor, palatability, acid taste, and overall preference were not significantly different. Browning of *doenjang* added with 0.25% of either organic acid was inhibited, while quality properties and sensory characteristics were similar to those of the control.

Key words: *doenjang*, browning, citric acid, phytic acid

서 론

된장은 대두를 원료로 한 영양적으로 우수한 단백질 공급원으로서뿐 아니라 일정기간의 숙성기간중 효소작용에 의해 생성된 아미노산에 의해 구수한 맛의 조미료로서 우리나라 식생활에 있어서 매우 중요한 위치를 차지하는 식품이다[1-3]. 그밖에도 이들 유리아미노산은 효소의 분해작용으로 생성된 유리당과 amimo-carbonyl 반응을 일으켜 이 반응의 최종산물인 melanoidin을 형성하는데[4], 된장의 색은 이들 melanoidin에 의한 것으로 알려져 있다[5,6]. Melanoidin은 헤테로한 고분자 화합물이며 잘 분해되지 않은 특성 때문에 그 구조에 대해서는 현재까지 확실하게 알려져 있지 않고 있으며, 생성경로도 매우 복잡하다[7]. 이 화합물의 생성은 환원당과 아미노화합물의 종류, 이들의 농도, 완충액의 종류, pH, 반응온도 및 시간, 산소의 유무, 금속이온 등의 수많은 인자가 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다[7].

한편, 된장의 갈변현상은 저장유통 중 더욱 현저해지는데 이는 내부적으로 어느 일정기간 동안 효소작용으로 유리당과 아미노산이 계속 분해되어 공급되는 동시에 저장유통 중의 온도, 산소 존재의 유무 등의 외부적 요인이 동시에 작용하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 색은 된장의 매우 중요한 품질평가요인으로 작용하여[8], 해마다 저장유통 중 현저하게 변색된 수천 톤의 된장이 폐기처분되는 것으로 보고되었다[9]. 이에 된장의 갈변현상을 억제하기 위한 많은 연구들이 행해져왔다. 김[10]은 질소 또는 이산화탄소로 치환하거나, 탈산소제 사용 및 무백비타와 멀티포스와 같은 갈변억제제 첨가시의 효과를 알아보았고, 권 등[11]은 산소, 금속이온 및 빛 조사유무, 산성피로인산나트륨의 첨가효과 등을 보고하였다. 이 등[8]은 대두를 수침, 증숙, 냉각 및 쵸핑한 것에 분해시킨 재래식 메주를 다양한 비율로 배합하여 조제했을 때 증자대두의 비율이 증가할수록 갈변이 억제되었는데, 이는 재래식 메주 함량의 감소로 전반적인 효소의 양이 적어져 amimo-carbonyl 반응을 일으킬 당과 아미노산의 생성량도 감소하였기 때문이라고 하였다. 일본에서도 미소의 갈변억제는 미소업계의 큰 과제로 Motohuji[12]는 일반적으로 사용되고 있는 숙성탱크에서는 중심부의 온도가 주변부보다 다소 높아 갈변현상이 현저하게 일어나므로 중심부에 파이프를 연결하여 숙성중의 발열을 외부로 빼내었을 때 이 같은 부분적 갈변을 억제할 수 있었다고 보고하였고, Matsumoto 등[13]은 40-50°C에서 단시간 내에 숙성시키면 채도가 향상된다고 보고하였으며, Yamabe[14]는 20°C 이하의 저온저장이 된장의 갈변억제에 가장 유효하다고 하였다.

*Corresponding author : Seong-Il Lim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9277
Fax: 82-31-780-9234
E-mail: silim@kfri.re.kr

이와 같이 된장의 착색정도를 억제하지 위해서는 melanoidin 생성을 억제하는 방법들이 시도되었는데 이들 영향 인자 중 pH의 변화에 대해서는 행해져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 pH가 된장 갈변에 미치는 영향을 알아보기 위해 식품제조에 있어 널리 사용되고 있는 citric acid와 phytic acid를 첨가 시 된장의 색도 및 품질특성에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

된장제조

개량식 메주제조 공정법에 따라 *Asperugillus oryzae*는 YM broth에, *Bacillus subtilis*는 nutrient broth에 접종하여 30°C에서 48시간 배양하였다[15]. 이 배양액을 각각 오토크레이브한 대두에 5%가 되도록 접종하여 30°C에서 30시간 배양한 후, 실온에서 송풍 건조시키고 각각을 재분 한 후 이들을 동량 혼합하여 메주로 사용하였다. 다음 천일염 130 g과 citric acid 혹은 phytic acid(0.25%와 0.5%)를 증류수 540 g에 녹인 후 메주 330 g과 혼합하여 된장을 제조하고 유리병에 180 g씩 담아 30°C에서 80일간 숙성하였다. 건조분말인 citric acid (Insung Chemical Co. Ltd. Korea)는 2.5 g 및 5 g, 액상인 phytic acid(Mitsui Chemicals. INC. Japan, 순도 50%)는 5 g 및 10 g을 첨가하였다.

pH, 산도 및 아미노태 질소 측정

된장 2 g에 100 mL의 증류수를 가해 1시간 교반하여 추출한 후 여과하여(Whatman No. 2) 100 mL로 정용한 후, 이의 여과액 중 20 mL을 취해 0.5% phenolphtalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH를 가해 적정한 소비량을 lactic acid로 환산하였다[16]. pH는 동일 여과액을 pH meter(Orion, USA)로 측정하였다. 아미노태 질소는 동일 여과액을 포르몰법에 의해 측정하였다[17].

효소 활성도 측정

효소 활성도는 α-amylase와 중성 protease활성을 측정하였다. 시료는 산도 측정시와 동일한 방법으로 조제한 여과액을 사용하였다. Protease활성은 된장추출액을 1.0% milk casein (Sigma제)를 50 mM 인산완충액(pH 6.0)에 용해한 후 이를 기질로 하여 생성된 tyrosine을 Folin's법으로 측정하여 1분당 μmole의 tyrosine을 유리시키는 효소의 양을 unit/g으로 하였다[18]. α-amylase활성은 1% 전분용액을 된장추출액에 30분간 반응시킨 후 0.01 N 요오드화용액에 의한 (blank-시료)의 흡광도차를 unit/g으로 나타내었다[18].

색도 측정

된장표면과 내부의 색상을 색차계(Minolta CR-300, Japan)로 측정하여, L, a, b값으로 표시하였다. 표준 L, a, b값은 각각 96.86, -0.07, 2.02였다. 갈변억제율(%)은 (갈변억제제 첨가구의 L값-대조구의 L값/대조구의 L값)×100의 식으로부터 구하였다.

미생물수 측정

된장 5 g을 생리적식염수 45 mL에 넣고 균질화시키고 이를 단계별로 희석한 후, pouring법으로 효모는 PDA(Difco), 젖산균은 MRS(Difco), 총균수는 PCA(Difco)배지를 이용하여 평판배양 하였다. 효모와 젖산균은 30°C에서 40시간, 젖산균은 30°C에서 64시간 배양한 후 colony를 계측하였다.

관능검사

12명의 훈련된 panel을 대상으로 60일 숙성시킨 된장의 차이식별검사와 기호도검사를 실시하였다. 차이식별검사에서는 색, 구수한 맛, 짠맛, 기타 맛, 향에 대해 대조구를 0으로 했을 때 각 특성이 가장 강한 정도를 +3, 가장 낮은 정도를 -3으로 한 7점 척도법으로 측정하였다. 기호도검사에서도 색에 대한 기호도와 종합적 기호도에 대해 가장 선호도가 높은 정도를 +3, 선호도가 낮은 정도를 -3으로 한 7점 척도법으로 측정하였다. 시료는 중앙부에서 취한 된장 2 g에 끓여 식힌 80°C의 열수 50 g을 가해 균일하게 섞어 제공하였다. 결과는 SPSS를 사용하여 다중검정법에 의해 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

시료 된장의 초기 pH는 대조구가 6.39였으나 citric acid와 phytic acid 첨가구에 있어서는 0.25% 첨가 시 각각 6.22, 6.30, 0.5% 첨가 시는 5.40, 5.67로 대조구보다 저하되었다 (Table 1). 그리고 citric acid 첨가의 경우가 phytic acid보다 낮은 pH를 나타내었다. 숙성기간이 증가됨에 따라 pH는 감소하였는데 80일 경과 시 초기 pH가 낮은 0.5% 첨가구가 0.25% 첨가구와 대조구보다 덜 저하되는 경향이었다.

Table 1. pH and acidity in *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days

	Fermentation day (day)	Citric acid (%)		Phytic acid (%)		Control
		0.25	0.50	0.25	0.50	
pH	0	6.22	5.40	6.30	5.67	6.39
	20	5.30	5.25	5.34	5.54	6.20
	40	5.67	5.26	5.71	5.34	6.00
	80	5.48	5.17	5.70	5.26	5.91
Acidity (%)	0	1.63	1.52	1.57	1.57	1.30
	20	1.80	2.02	2.03	2.24	1.69
	40	2.14	2.24	2.25	2.24	1.80
	80	2.03	2.24	2.03	2.47	1.80

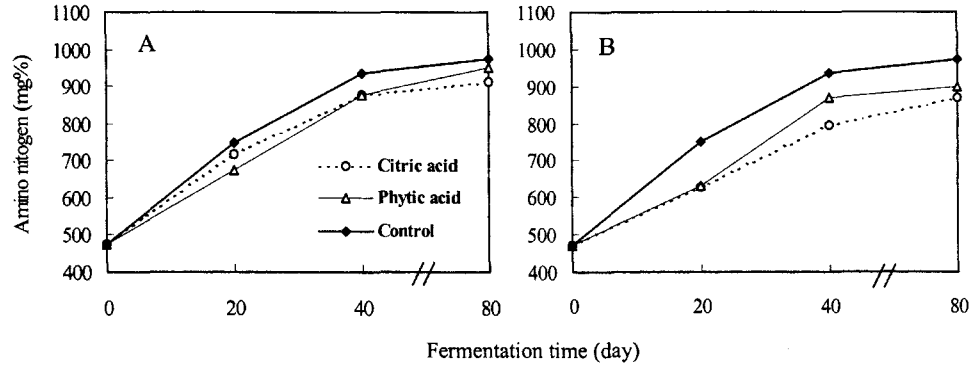

Fig. 1. Amino nitrogen contents in *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days.
A: 0.25% addition, B: 0.5% addition.

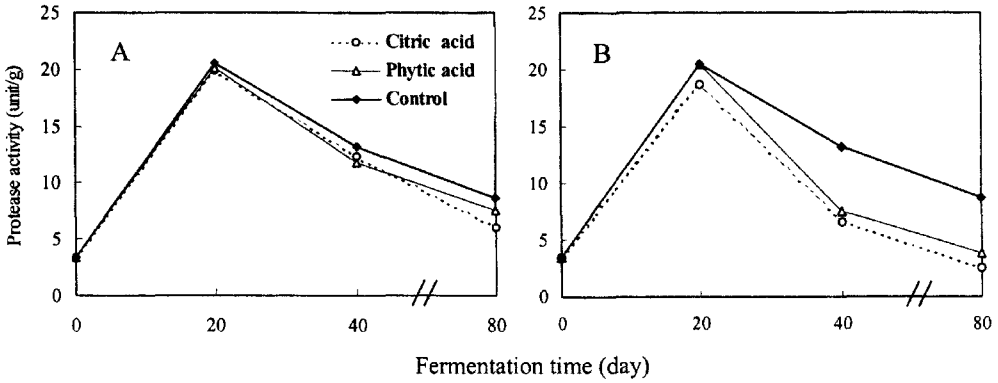

Fig. 2. Protease activities in *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days.
A: 0.25% addition, B: 0.5% addition.

한편 산도는 pH와 반대로 숙성기간이 증가함에 따라 증가하였다. 숙성중의 pH 저하와 산도의 증가는 다른 장류 발효식품에서도 일반적으로 일어나는 현상으로[1,6,14,18-20], 이는 저장중 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, oxalic acid 등의 유기산이 생성되기 때문인 것으로 알려져 있다[3,21,22]. 이 같은 변화는 저온에서는 변화가 적고 고온에서 현저한 것으로 보고되었다[19,20].

아미노태 질소

숙성기간중의 아미노태 질소함량의 변화는 Fig. 1과 같이 모든 시료에서 숙성기간의 증가와 함께 증가하였는데, 총 아미노태 질소함량의 91~96%가 40일까지의 숙성기간중 생성되었다. 0.25% 첨가구는 대조구와 유사하였으나 0.5% 첨가구는 0.25% 첨가구보다 낮은 함량을 나타냈다. 80일 경과시 0.25% citric acid와 phytic acid 첨가구는 대조구의 98.6, 93.8%, 0.5% 첨가구는 89.4, 92.3%로 나타나 유기산의 농도가 증가됨에 따라 아미노태 질소함량은 더욱 저하되었다. 이는 저농도 첨가시보다 pH가 크게 저하되어 효소활성에 미치는 영향도 더욱 증가했기 때문인 것으로 사료되었다. 비록 유기산 첨가에 따라 아미노태 질소함량은 대조구보다 1.4~10.6%로 감소하였으나 모든 첨가구는 870~960 mg%이상의 함량을 함유하는 것으로 나타났다.

효소활성

된장중의 미생물이 생성하는 효소활성은 이들의 대사산물의 생성량에 영향을 미치고 최종적으로는 식품자체의 품질에도 영향을 미친다. 이에 citric acid와 phytic acid 첨가가 효소활성에 미치는 영향을 알아보기 위해 대표적으로 중성 protease와 α-amylase의 활성변화를 측정하였다. Fig. 2와 같이 0.25%와 0.5% 첨가구 모두에서 protease활성은 20일 경과 시 최고의 활성을 나타내었으나 그 이후에 감소하는 경향이었다. 0.25% 첨가구에서는 대조구와 유사한 protease활성을 보였으나, 0.5% 첨가구는 40일 이후부터 대조구보다 현저하게 활성이 저하되어 대조구 활성의 50%이하의 낮은 활성을 보였다. 이는 유기산 첨가농도의 증가에 따른 pH 저하로 효소활성도 저하되었기 때문으로 사료되었다. 그러나 0.5% 첨가구의 아미노태 질소함량은 대조구의 90% 정도로 효소활성도와 아미노태 함량은 정비례하지 않은 것으로 나타났다. 김 등[19]의 결과에서도 쌈장을 가열처리 시 아미노태 질소함량은 대조구의 87%를 나타내었으나 protease활성은 70% 감소되었다. 또한 아미노태 질소는 40일경에 91%이상 생성되었기 때문에 그 이후에 효소활성이 저하되어도 아미노태 질소함량은 크게 영향을 받지 않는 것으로 사려되었다[2,19,23].

α-amylase 활성의 결과도 protease의 결과와 일치하였다(Fig. 3). 0.25% 첨가구에서는 대조구와 큰 차이를 보이지 않았으

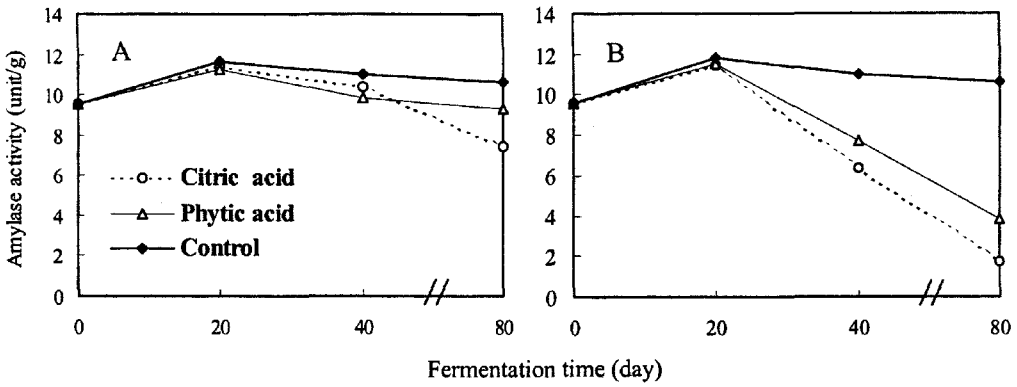

Fig. 3. α-amylase activities in *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days.
A: 0.25% addition, B: 0.5% addition.

나 0.5% 첨가구에서의 활성은 대조구의 50%에도 미치지 못하였다.

색도의 변화

시료된장의 표면 L값 즉 명도의 변화를 Table 2에 나타내었다. 숙성기간이 증가함에 따라 L값은 저하되었으나 citric acid와 phytic acid 첨가구는 대조구보다 높은 값을 나타냈다. 또한 0.25%첨가구보다 0.5%첨가구가 발효초기부터 대조구보다 현저하게 높았으며 갈변억제율도 0.25%보다 0.5%첨가 시 크게 높았다(Fig. 4). 80일 경과 시 0.25% citric acid와 phytic acid의 갈변억제율은 23.0, 19.7%였고, 0.5% 첨가 시는 29.4, 30.8%로 80일후 0.5% citric acid와 phytic acid 첨가구간 갈변억제율의 차이는 나타나지 않았으나 전반적으로 citric acid의 갈변억제능이 phytic acid보다 높은 경향이었다. 이와 같은 결과는 유기산 첨가에 따른 pH 저하로 amino-carbonyl 반응속도가 저하되었기 때문으로 사료되었다. Amino-carbonyl 반응은 산성에서 억제되고 알카리성에서 촉진되는데 알카리성에서 당유래의 탄소개열화합물의 생성량이 증가하여 갈변반응의 반응물로 이용되기 때문이다[24]. 한편 ascorbic acid도 유기산의 일종이지만 된장의 갈변을 촉진했는데[10,11] ascorbic acid는 유리당과 같은 carbonyl화합물로 아미노화합물과 melanoidin을 형성하기 때문이다[25].

a값은 숙성기간이 증가함에 따라 증가하였고 이는 갈변이 진행되면서 붉은색의 정도도 증가하기 때문인 것으로 사료되었다. 그러나 대조구와도 유사한 경향이었으며 갈변억제제의 첨가농도가 증가해도 큰 차이는 없었다. 노란색의 정도를 나타내는 b값의 경우 대조구와 0.25% 첨가구는 숙성기간이 증가함에 따라 감소하였으나 0.5% 첨가구는 40일까지 증가하다가 그 이후에 감소하였고 0.25% 첨가구보다 0.5% 첨가구의 경우가 높은 것으로 나타났다.

미생물수의 변화

시료된장의 미생물수의 변화를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 대조구와 모든 첨가구에서 총균수, 효모 및 젖산균수의 변화는 나타나지 않아 citric acid와 phytic acid 첨가에 따른 pH 저하가 시료된장의 미생물의 생육에는 영향을 미치지 않은 것으로 사료되었다. 그러나 이들 미생물에서 분비되는 효소는 pH 영향에 의해 그 활성을 잃게 되고 최종적으로는 된장의 구수한 맛 등에 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

Table 2. Changes in Hunter L, a and b values of surface of *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days

	Fermentation day (day)	Citric acid (%)		Phytic acid (%)		Control
		0.25	0.50	0.25	0.50	
L value	0	60.96	60.96	63.21	63.21	60.96
	20	53.80	54.50	51.59	55.00	49.30
	40	47.00	54.26	44.81	49.22	42.83
	80	43.81	46.00	42.59	46.50	35.56
a value	0	6.12	6.12	6.12	6.12	6.12
	20	10.61	10.08	9.05	9.33	9.92
	40	12.12	12.62	9.53	12.42	12.62
	80	12.62	12.48	10.60	11.96	13.62
b value	0	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44
	20	25.23	28.24	24.55	25.37	23.50
	40	23.72	32.63	16.65	27.81	23.84
	80	23.42	23.17	14.57	20.22	20.06

Table 3. Microbial population in *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days (log CFU/g)

	Fermentation day (day)	Citric acid (%)		Phytic acid (%)		Control
		0.25	0.50	0.25	0.50	
Total bacteria	0	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
	20	8.47	8.36	8.57	8.11	8.58
	40	8.89	8.86	8.73	8.61	8.74
	80	8.75	8.80	8.70	8.76	8.71
Yeast	0	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40
	20	8.72	8.76	8.74	8.75	8.55
	40	8.30	8.36	8.36	8.25	8.55
	80	8.41	8.28	8.28	8.16	8.43
Lactic acid bacteria	0	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25
	20	8.31	8.37	8.57	8.64	8.75
	40	8.64	8.84	8.54	8.84	8.80
	80	8.65	8.75	8.47	8.70	8.63

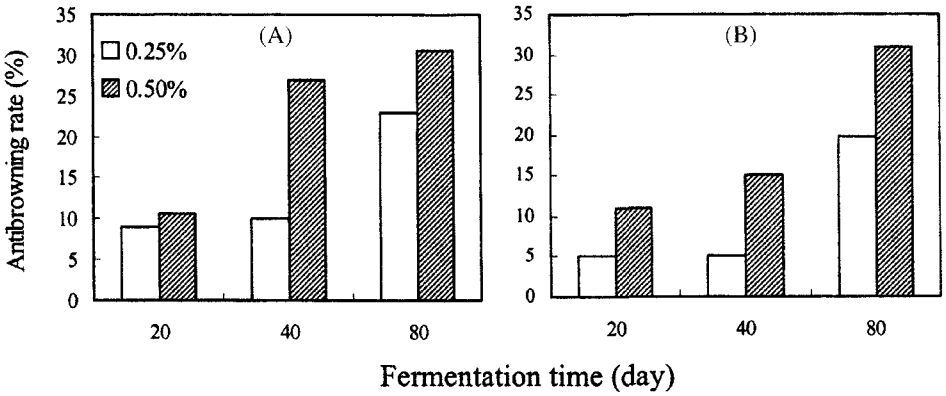

Fig. 4. Antibrowning rates of *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days.
A: addition of citric acid, B: addition of phytic acid

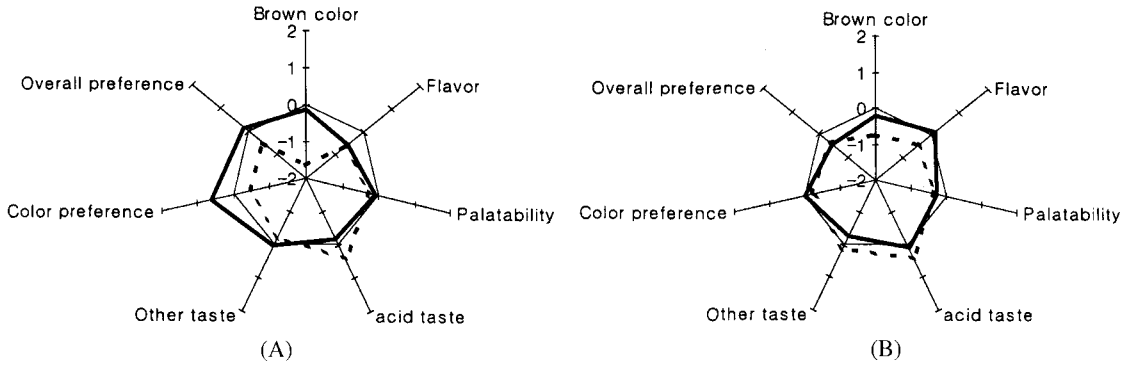

Fig. 5. QDA profiles of *doenjang* added with 0.25% and 0.5% citric acid and phytic acid during fermentation at 30°C for 80 days.
A: *doenjang* added with citric acid, B: *doenjang* added with phytic acid.

관능검사

Citric acid와 phytic acid 첨가가 된장의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시한 관능검사 결과는 Fig. 5과 같다. 갈색의 정도만이 유의적으로 그 차이가 인정되어 첨가농도 증가에 따라 색이 옅어진 것을 인식하였다($p<0.05$). 그 밖의 항목에서는 유의성이 인정되지 못하였으나 향과 구수한 맛은 첨가농도가 증가함에 따라 약하게, 신맛은 강하게 인식하는 경향으로 나타나($p>0.05$) 분석결과와 일치하였다. 색에 대한 기호도는 색이 옅은 시료를 선호하지 않은 것으로 나타나 제공된 시료와 같이 된장국의 상태는 진한 색을, 된장자체의 색은 갈변이 많이 진행되지 않은 색을 선호하는 것으로부터[8,9] 소비자들의 된장색에 대한 기호도가 매우 까다로

운 것을 시사하였다. 종합적 기호도는 대체로 색은 옅지 않고 신맛은 덜 느끼는 것을 선호하는 경향이었다($p>0.05$). 한편 이 등[8]은 색이 가장 옅은 된장국을 가장 선호한다고 보고하여 본 결과와 일치하지 않았는데 된장국의 색에 관한 기호도는 panel의 특성에 따라 차이를 나타내는 것으로 사료되었다. 첨가구중에서는 가장 색이 옅고, pH가 낮아 신맛이 강하며, 아미노태 질소함량도 낮아 구수한 맛이 적은 0.5% citric acid 첨가구가 대조구와 가장 다른 QDA profile을 나타냈다. 그러나 0.25% citric acid와 phytic acid 첨가시는 대조구와 유사한 특성을 나타내면서 대조구보다 갈변도 억제되어 이들 유기산이 된장의 갈변억제제로서 활용가능성이 있음을 시사하였다. 한편 phytic acid는 mineral과 결합하여 이들의 흡수율을 저하시키는 것으로 보고되어[26,27] phytic acid의 사용에 관해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

요 약

된장의 생산성 증대 및 부가가치를 높이기 위한 방안으로 된장의 갈변을 억제하기 위해 0.25%와 0.5% citric acid와 phytic acid를 첨가하여 된장을 제조하고 이들 유기산이 색도와 품질특성에 미치는 영향을 알아보았다. 이를 위해 30°C에서 80일간 저장하면서 pH, 산도, 아미노태 질소, 효소활성, 색, 갈변억제율, 미생물수를 측정하였고 관능검사도 실시하였다. Citric acid와 phytic acid 첨가농도와 발효기간이 증가함에 따라 산도와 갈변억제율은 더욱 증가하였고, pH, 아미노태 질소 및 효소활성은 더욱 저하되었다. 총균, 효모 및 젖산균수는 pH 저하의 영향을 받지 않았다. 관능검사결과, panel들은 갈색 정도의 차이만을 유의적으로 인식하였고 향, 구수한 맛, 신맛, 기호도는 유의성이 인정되지 못하였다. 한편 0.25% 첨가시는 갈변은 억제되면서 품질특성뿐 아니라 관능적 특성도 대조구와 유사하였다. 이와 같은 사실로부터 citric acid와 phytic acid는 새로운 된장의 갈변억제제로 활용할 수 있을 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 산업기술연구회 정책과제의 일환으로 수행된 결과의 일부로서 연구비를 지원해 준 관계자에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, M.J. and Rhee, H.S. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 1-8 (1990)
2. Park, J.S., Lee, M.Y., Kim, J.S. and Lee, T.S. Compositions of nitogen compound and amino acid in soybean paste (*doenjang*) prepared with different microbial sources. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 609-615 (1994)
3. Park, S.K., Seo, K.I., Shon, M.Y., Moon, J.S. and Lee, Y.H. Quality characteristics of home-made doenjang, a traditional Korean soybean paste. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 121-127 (2000)
4. Gomyo, T. and Miura, M. Melanoidin in foods: chemical and physiological aspects. J. Japan Soc. Nutr. Food Sci. 36: 331-340 (1983)
5. Hara, A. Preparative freshness of soybean paste. Food Sci. 40: 36-45 (1998)
6. Hondo, S. Saccharides of miso during manufacturing (Part 2). J. Brew. Soc. 594-599 (1989)
7. Hayase, H. Chemistry of melanoidins. Nippon Nogeikagaku Kaishi 61: 970-973 (1987)
8. Lee, S.K., Kim, N.D., Kim, H.J. and Park, J.S. Development of traditional *doenjang* improved in color. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 400-406 (2002)
9. Korean Food Research Institute. Technical Development for Inhibiting Browning of *Doenjang*, pp. 15-17. KFRI, Korea (1997)
10. Kim, N.D. Study on the browning and its inhibition in soybean paste (*doenjang*). Ph.D. dissertation, Kon-Kuk Univ., Seoul, Korea (1996)
11. Kwon, D.J., Kim, Y.J., Kim, H.J., Hong, S.S. and Kim, H.K. Changes of color in doenjang by different browning factors. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1000-1005 (1998)
12. Motohuji, S. Application of heat pipe in miso brewing. Japan J. Brew. Soc. 79: 169-173 (1984)
13. Matsumoto, L., Akimoto, T. and Imai, S. Quality changes of safety rice miso fermented at high-temperature (40-50°C) in the middle fermentation. Miso Sci. Technol. 39: 254-262 (1991)
14. Yamabe, S. Changes in constituents of misos during storage. J. Brew. Soc. 86: 108-114 (1991)
15. Korea Food Research Institute. Operation Guideline for Faculty of Korean Fermented Sauce Products, p. 18. KFRI, Korea (2000)
16. AOAC. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA (2000)
17. Korea Foods Industry Association. Food Code, pp. 549-551. Korea Foods Industry Association, Korea (2001)
18. Kim, Y.S., Kwon, D.J., Koo, M.S., Oh, H.I. and Kang, T.S. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *kochujang* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 502-509 (1993)
19. Kim, D.H., Ahn, H.J., Yook, H.S., Kim, M.J., Sohn, C.B. and Byun, M.W. Quality properties of gamma irradiated *samjang* seasoned soybean paste during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 396-401 (2000)
20. Shin, D.B., Park, W.M., Yi, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S. Effect of storage temperature on the physicochemical characteristics in *kochujang* (red pepper soybean paste). Korean J. Food Sci. Technol. 26: 300-304 (1994)
21. Shin, D.H., Kim, D.H., Choi, U., Lim, M.S. and An, E.Y. Taste components of traditional *kochujang* prepared with various raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 913-918 (1997)
22. Kim, M.S., Oh, J.A., Kim, I.W., Shin, D.H. and Han, M.S. Fermentation properties of irradiated *kochujang*. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 934-940 (1998)
23. Agricultural Research and Development Promotion Center. A Comprehensive Studies on the Development of Korean Traditional Foods with High Quality, GA0211-0102, pp. 103-105. ARPC, Korea (2001)
24. Hayashi, T. and Namiki, M. Role of sugar fragmentation in an early stage browning of amino-carbonyl reaction of sugar with amino acid. Agric. Biol. Chem. 50: 1965-1970 (1986)
25. Obretenov, C., Demyttenaere, J., Tehrani, K.A., Adams, A., Kersiene, M. and Kimpe, N.D. Flavor release in the presence of melanoidins prepared from L-(+)-ascorbic acid and amino acids. J. Agric. Food Chem. 50: 4244-4250 (2002)
26. Harland, B.F. and Morris, E.R. Phytate: A good or a bad food component? Nutr. Res. 15: 733-754 (1995)
27. Lakshmi, R.M. and Sumathi, S. Binding of iron, calcium and zinc by fibre of sorghum and ragi. Food Chem. 60: 213-217 (1997)

(2003년 2월 19일 접수; 2003년 4월 16일 채택)