

Quality and Fermentation Characteristics of Garlic-added Kimchi

Jung-Hye Shin¹, Ra-jeong Kim¹, Min-Jung Kang¹, Gyung-Min Kim¹
and Nak-Ju Sung^{1,2*}

¹Namhae Garlic Research Institute, Namhae 668-812, Korea

²Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

마늘을 첨가한 배추김치의 숙성 중 품질 및 발효특성

신정혜¹ · 김라정¹ · 강민정¹ · 김경민 · 성낙주^{1,2*}

¹(재)남해마늘연구소, ²경상대학교 식품영양학과

Abstract

In this study, we investigated quality and fermentation characteristics in baechu kimchi containing 0(control), 5(GK5), 10(GK10), 15(GK15) and 20(GK20)% of shred garlic. Analysis was performed during fermentation at 4°C for 42 days, every 7 days. The result showed significant changes in color value between control group and garlic added groups. Hunter's color L value was increased during fermentation whereas a and b value were decreased. Hardness of kimchi was higher in 15% and 20% garlic added groups than other groups. The pH decreased significantly during fermentation, while titratable acidity was showed reverse tendency during fermentation period. The reducing sugar content was decreased in all groups during fermentation period, which higher in GK10 and GK15 group than the others. But its remaining ratio was 19.7~22.3% and not showed significant difference in experimental groups at 42 days fermentation. The number of lactic acid bacteria was dramatically increased up to 6.13~7.60 log CFU/g at 7~14 days fermentation. The garlic was inhibited significantly the growth of lactic acid bacteria, but this was not showed significant difference between garlic added groups and control group, after 28 days fermentation. As a results, we suggest that addition of garlic increase the quality characteristics and storage properties of Kimchi, and not hinder quality of kimchi at addition level of 20% than salted baechu.

Key words : baechu kimchi, garlic, quality characteristics, lactic acid bacteria

서 론

세계 5대 건강음식으로 선정된 바 있는 김치는 배추와 무 등의 채소를 소금에 절인 후 고추, 마늘 및 젓갈 등을 첨가하여 숙성시킨 고유의 전통발효 식품으로 주재료와 부재료에 함유되어있는 페놀, 플라보노이드, 베타카로틴 등에 의해 항산화 효과를 가진다(1). 또한 비타민, 무기질과 식이섬유의 급원이며, 발효과정 중 생성된 젖산균 및 유기산에 의해 정장작용과 변비에방에 효과가 있으며(2), 배추의 β -sitosterol, 고추의 capsaicin, 마늘의 methylcysteine sulfoxide와 S-allylcystein sulfoxide 등에 기인한 지질 저하 효과(3)와 독특한 방향, 질감, 감칠맛과 발효로 인한 상쾌한

산미 등이 조화되어 식욕을 증진 시키는 효과가 있다(4).

2001년 배추김치의 1인당 1일 수요량은 91.11 g, 연간 총 수요량은 1,574,399 톤에서 2007년 1,415,000 톤으로 점차 감소하고 있는 추세이지만 최근 사회구조의 변화, 여성들의 사회활동 증가, 학교와 회사 급식의 증가, 외식 증가 등 소비자의 인식변화로 인해 공장김치의 소비량은 507,792 톤으로 전체소비량의 32.3%에 달하였고 앞으로 더 증가될 전망이다(5). 대량생산 김치의 소비가 증가함에 따라 김치의 유통 중 저장성 및 안전성에 대한 문제의 해결과 김치의 세계화를 위한 기능성 증대와 선도유지를 위한 방안으로 생리활성이 규명된 다양한 식품소재를 부재료로 한 김치가 연구·개발되고 있다. 최근에는 감자(6), 분말녹차(7), 미더덕(8), 어성초(9), 굴 패각가루와 함초가루(10), 흑미(11) 및 경엽식물(12) 등을 첨가한 김치의 제조 및 특성

*Corresponding author. E-mail : snakju@gnu.ac.kr
Phone : 82-55-772-1431, Fax : 82-55-772-1439

구명에 대한 연구 결과가 보고되어 있으며, 이외에도 김치의 냄새, 색깔 및 기능성을 향상시키고자하는 다양한 연구가 진행되고 있다.

과거로부터 우리의 식생활에서 중요한 조미채소로 이용되어온 마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과 과속에 속하는 작물로서 우리나라 각지에서 재배되고 있는데, 독특한 풍미를 가지고 있으며, 다른 채소에 비하여 열량, 비타민 및 미네랄의 함량은 높고, 수분함량은 낮은 특징을 가진다(13). 또한 생리활성 물질인 폴리페놀, 플라보노이드와 thiosulfinate, allicin, ajoene, diallyl disulfide 등의 황화합물을 다량 함유하여 항산화, 항암, 항균작용, 항혈전, 항스트레스 및 지질저하 등의 효과가 있다(14,15).

김치에 마늘을 첨가하지 않으면 호기성 세균이 증식하여 김치의 나쁜 냄새를 증가시키므로(16) 김치 제조시 마늘은 통상 3% 내외로 필수적으로 첨가되고 있다. 잘 알려진 바와 같이 강한 항균활성을 가지는 마늘은 김치의 저장성이나 맛에 영향을 미치므로 첨가되는 양에 따라 항균활성이 차이를 나타내게 되어 김치의 발효 미생물, 맛, 가식기간 연장 등에도 영향을 미칠 것으로 추정된다. 한편, 마늘은 발효 속성을 통하여 강한 매운 맛과 향이 감소되므로 섭취가 용이해 지는데, 대표적인 전통발효 식품인 김치 제조에 있어 마늘을 다량 첨가함으로써 기능성을 강화하고, 가식기간 및 저장성을 연장하는 효과를 유도 할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 마늘의 다량 첨가가 김치의 숙성 중 품질 및 발효특성에 미치는 영향을 확인하고자 배추김치 제조시 마늘을 20% 범위에서 비율을 달리하여 첨가한 후 숙성기간에 따른 김치의 품질특성을 분석하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 김치제조

마늘김치 제조에 이용된 고랭지 배추는 경남 거창군 덕유산 기슭 해발 800 m의 고랭지에서 생산된 것을 사용하였으며, 소금은 시판 천일염(신안군, 영진그린식품(주))을 사용하였다. 마늘, 고춧가루, 생고추, 생강, 양파 및 멸치 액젓은 남해군에서 생산된 것을 산지에서 구입하여 사용하였다.

배추는 길이대로 4등분하여 7~8%의 소금물에서 절인 후 세척해 절임 배추의 염도가 $2.0 \pm 0.2\%$ 가 되도록 조절하여 사용하였다. Table 1과 같은 배합비에 따라 절인 배추 무게를 100%로 하였을 때 분쇄 마늘을 5, 10, 15 및 20%씩 첨가한 것을 각각의 실험군으로 하고, 마늘이 첨가되지 않은 것을 대조군으로 하였다. 각각의 실험군별 김치는 1회 분량으로 800 g씩(2쪽 분량)을 지퍼백에 개별 포장하여 4°C의 냉장고에서 보관하면서 김치 제조 후 1일에 1차 시료를 취하고 그 이후부터는 7일 간격으로 시료를 취하였다. 각각

의 시료는 경도 측정을 위하여 김치 포기의 바깥쪽으로부터 3-6번째 잎의 줄기부분을 별도로 취하였으며, 미생물 실험을 위하여 각 김치포기의 제일안쪽, 중간부분 및 제일바깥 잎을 각각 취한 후 나머지 부분을 모두 혼합하여 분쇄기(HMF-3010S, Hanil, Korea)로 분쇄한 것을 시료로 사용하였다.

Table 1. The ingredients ratio of garlic added Kimchi preparation (%)

Materials	Sample code and ratio ¹⁾				
	Control	GK5	GK10	GK15	GK20
Salted Chinese cabbage	100	100	100	100	100
Red pepper powder	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
Crude raw pepper	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Ginger	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Anchovy juice	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Bay salt	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Shred garlic	0	5	10	15	20
Total	125.4	130.4	135.4	140.4	145.4

¹⁾Control : Garlic not added Kimchi.

GK5 : Kimchi prepared with 5% shred garlic at the rate of salted garlic weight.

GK10 : Kimchi prepared with 10% shred garlic at the rate of salted garlic weight.

GK15 : Kimchi prepared with 15% shred garlic at the rate of salted garlic weight.

GK20 : Kimchi prepared with 20% shred garlic at the rate of salted garlic weight.

색도 측정

분쇄한 김치 5 g에 증류수를 가하여 50 mL로 만든 다음 5,000 rpm에서 10분간 원심분리한 상등액을 여과한 후 색차계(UltraScan VIS, Hunter Lab, Virginia, U.S.A.)를 사용하여 명도를 나타내는 L값, 적색도를 나타내는 a값, 황색도를 나타내는 b값으로 나타내었으며, 3회 이상 반복 측정하였다. 이때 표준백판의 L값은 99.46, a값은 -0.10, b값은 0.14였다.

전단가 측정

김치 하단의 줄기 부분을 뿌리에서 7 cm 위쪽을 횡으로 절단하여 3×5 cm 크기로 자른 다음 흐르는 물에서 가볍게 세척하여 양념을 제거한 후 물기를 닦아내고 물성측정기 texture analyzer (Model TAXT express, Stable Micro Systems, England)를 이용하여 각 시료 군별로 10개 이상 시료의 중심부 전단가를 측정하였으며, 이때 texture analyzer의 조건은 Φ 0.5 cm core를 이용하였고, pre-test speed 5 mm/s, trigger force 50 g, test speed 2.0 mm/s, return speed 5.0 mm/s, test distance 5.0 mm, test cycle 1.0이었다.

pH 및 산도 측정

분쇄한 김치 10 g에 3차 증류수를 가하여 50 mL로 만든 다음 균질화한 후 여과(Whatman No 2)한 여액을 시료로

하여 pH는 pH meter (model 720, Thermo Orion, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 산도는 상기의 여액 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH로 pH 8.4까지 중화·적정한 다음 소요된 NaOH 량으로부터 초산 함량으로 환산하여 %로 표시하였다.

환원당 측정

환원당은 분쇄한 김치 1 g에 증류수를 가하여 500 mL로 정용한 다음 충분히 혼합하고 여과(Whatman No 2)한 여액 1 mL를 취하였다. 여기에 DNS 시약 3 mL를 첨가하고 진탕 혼합한 다음 97°C 항온수조에서 15분간 가온하였다. 빙수 중에서 식힌 다음 570 nm에서 흡광도를 측정한 후 glucose를 표준당으로 하여 작성한 검량선을 이용하여 계산하였다.

젖산균수 측정

시료 40 g에 0.1% peptone수 400 mL를 첨가하여 stomacher (Bag mixer^R400, Inter science, Paris, France)로 속도 4로 3분간 현탁한 다음 일정량을 취하여 peptone수로 10배씩 단계별로 희석해 시료를 준비하였다. 단계별 희석액을 각각 1 mL씩 취하여 1% agar가 첨가된 0.04% bromocresol purple (BCP)이 첨가된 MRS broth (Difco Laboratories, Sparks, MD, USA)를 이용해 평판측정법으로 젖산균수를 측정하였다. 접종 후 37°C에서 24시간 배양 후 집락을 계수하여 확인하였고, 검출된 미생물 수는 시료 1 mL당 log colony forming unit (Log CFU/mL)로 나타내었다.

통계처리

실험으로부터 얻은 결과는 SPSS package 12.0을 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

색도의 변화

마늘을 0, 5, 10, 15 및 20%를 첨가하여 숙성시킨 김치 추출액의 색도를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 김치제조 초기 명도를 나타내는 L값은 GK5, GK10 및 GK15 군은 대조군에 비해 낮았으나, GK20군은 유의적으로 높았는데, 모든 실험군에서 저장기간이 경과함에 따라 불규칙한 증감을 보이면서 점차 증가하는 경향이였다. 대조군에 비하여 마늘 첨가군의 L 값 증가폭이 더 커서 마늘 첨가군의 L값은 숙성 7일 이후부터 40 이상이었으나 대조군은 21일에야 46.84±0.01로 증가하였다.

적색도를 나타내는 a값은 김치를 담근 직후에는 마늘을

5% 첨가한 실험군의 값이 9.05로 가장 높았고, GK20군이 4.87로 가장 낮았으며, 대조군과 여타 실험군은 7.89~8.51의 범위였다. 이후 숙성 기간의 경과와 더불어 점차 감소하여 숙성 42일에는 1.25±0.01~2.80±0.1의 범위였다.

발효 초기의 b값(황색도)은 마늘을 첨가하지 않은 대조군이 15.02±0.01이었고, 마늘을 첨가한 군은 13.99±0.01~14.40±0.03의 범위로 마늘 첨가량이 많을수록 더 낮았다. 저장일수가 경과함에 따라 대조군과 실험군 모두 b값은 점차 감소하여 숙성 42일에는 대조군이 유의적으로 높아 14.60±0.05였고, 마늘첨가 실험군들은 8.74±0.03~11.04±0.01의 범위였다.

김치의 적색은 고춧가루, 녹색은 배추의 엽록소에 의해 영향을 받고, 숙성과정에서 착색물질의 용출과 분해, pH의 변화에 따른 천연색소의 변화 및 고형분의 분해로 투명도가 증가하여 김치의 색도에 영향을 미친다고(17) 보고 된 바 있다. Han과 Jang (18)은 땅 두릅 김치의 염장 및 발효과정 중 땅 두릅에서 유출된 색소가 유기산 등 여러 성분들과 반응하여 색소 변화를 일으킨다고 보고한 바 있다. 이상의 보고들에서 김치 색의 변화는 발효가 진행됨에 따라 생성된 유기산에 의한 pH의 변화가 주요 원인 중 하나임을 알 수 있는데, 본 연구결과에서는 마늘의 다량 첨가에 따라 발효 초기 미생물의 생육을 억제함으로써 상대적인 산도 저하를 억제하여 저장 중 김치의 색도 변화에 영향을 미친 것으로 추정된다.

전단가의 변화

김치의 숙성에 따른 조직의 변화를 확인하고자 texture analyzer를 이용하여 전단가를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 김치 제조 1일 후의 전단가는 646.28~698.87 kg/cm²의 범위였으며, 숙성 35일까지는 완만히 감소하여 482.87~557.4 kg/cm²이던 것이 그 이후 급격히 감소하는

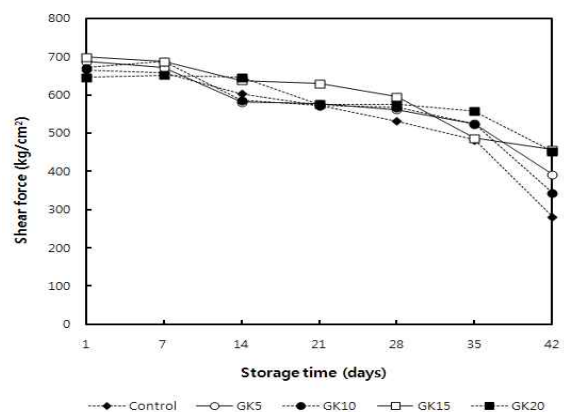


Fig. 1. Changes in shear force of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C.

For sample codes, refer to Table 1.

Each values represents the average of triple determinations.

경향이였다. 대조군의 전단가는 초기에 664.11 kg/cm^2 에서 점차 감소하여 저장 42일에는 약 57.7% 감소한 281.02 kg/cm^2 이였다. 반면에 마늘 첨가군은 마늘 첨가량이 많을수록 정도의 감소율이 완만하였고, 저장 42일차에는 저장 초기에 비해 30.0~50.1% 감소한 $344.23 \sim 457.69 \text{ kg/cm}^2$ 범위로 대조군에 비하여 높은 전단가를 유지하였다.

Yu 등(19)은 김치에 마늘을 첨가함으로써 경도 유지에 도움이 되는 알코올 불용성 고형분과 총 펙틴질 중 protopectin의 함량 감소가 방지되어 김치의 텍스처를 유지한다고 보고 한 바 있다. 김치는 발효과정 중에 김치 세포 유조직 내 공기의 탈기와 수분 손실이 진행됨으로써 점차 경도가 감소하여 연화되는데(20), 이 현상의 주요원인은 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소 작용에 의한 펙틴질의 성상 변화라고 보고되어 있다(21).

한편으로 김치의 숙성과 더불어 변화하는 미생물상도 전단가에 영향을 미치는데, Park과 Kim (22)은 산마늘 물김치의 숙성이 진행되면서 2주차에 경도가 크게 감소되

었는데, 이는 미생물 번식과 이들이 생성하는 효소작용에 의해 산도가 증가하고 동시에 다양한 물성변화가 진행되기 때문이라고 보고하였다. 본 연구에서도 산도 및 젖산균수가 상승함에 따라 전단가가 감소하는 경향을 확인하였다.

pH 및 산도의 변화

pH 및 산도는 김치의 적정 숙성기를 알려주는 주요 품질 지표가 되는데(23), 마늘의 첨가량을 달리하여 김치를 제조한 후 저장하면서 pH 및 산도 변화를 측정된 결과는 각각 Fig. 2 및 3과 같다. 김치 제조 1일 후 pH는 5.65~6.15의 범위였으며, 모든 실험군에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하였다. 대조군의 pH는 숙성 14일 이후 4.81로 5.0이하로 낮아졌고 숙성 35일에 4.34로 낮아졌는데, GK5군은 대조군과 유사한 pH 범위였으나 마늘을 가장 많이 첨가한 GK20군은 숙성 21일까지 5.0이상의 pH를 유지하였으며, 숙성 35일에는 4.66으로 pH 저하가 상대적으로 지연되었다.

Table 2. Changes in color value of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C

Storage time (days)	Sample code ¹⁾					
	Control	GK5	GK10	GK15	GK20	
L	1	38.95±0.01 ^{dB}	35.58±0.00 ^{AA}	36.84±0.01 ^{CA}	35.88±0.01 ^{BA}	43.35±0.01 ^{EB}
	7	38.77±0.01 ^{AA}	42.81±0.70 ^{DC}	40.02±0.04 ^{BB}	41.48±0.02 ^{CB}	42.39±0.01 ^{DA}
	14	39.86±0.16 ^{AC}	46.10±0.01 ^{CD}	45.39±0.02 ^{BE}	45.48±0.00 ^{BE}	47.82±0.02 ^{DF}
	21	46.84±0.01 ^{CF}	48.41±0.01 ^{EE}	45.68±0.01 ^{BF}	45.18±0.02 ^{AD}	47.43±0.01 ^{DE}
	28	43.45±0.01 ^{CD}	39.45±0.02 ^{AB}	43.71±0.02 ^{DC}	41.72±0.02 ^{BC}	45.89±0.01 ^{ED}
	35	49.70±0.01 ^{CG}	46.66±0.04 ^{DF}	44.14±0.02 ^{AD}	46.54±0.03 ^{CF}	45.02±0.02 ^{BC}
	42	44.89±0.01 ^{AE}	48.81±0.02 ^{EE}	46.23±0.02 ^{BG}	48.97±0.01 ^{CG}	48.10±0.01 ^{CG}
a	1	7.89±0.03 ^{BG}	9.05±0.00 ^{DF}	7.90±0.02 ^{BG}	8.51±0.02 ^{CF}	4.87±0.01 ^{AF}
	7	7.44±0.03 ^{CF}	5.84±0.44 ^{AD}	6.63±0.02 ^{BF}	5.70±0.02 ^{AE}	6.67±0.02 ^{BG}
	14	6.75±0.04 ^{EE}	3.02±0.00 ^{BC}	3.62±0.01 ^{DC}	3.31±0.01 ^{CC}	2.35±0.01 ^{AC}
	21	2.49±0.00 ^{EB}	1.36±0.01 ^{AB}	3.22±0.01 ^{EB}	3.29±0.02 ^{DC}	1.87±0.01 ^{BB}
	28	4.39±0.01 ^{BD}	7.27±0.01 ^{EE}	4.47±0.01 ^{EE}	5.33±0.01 ^{DD}	2.68±0.01 ^{AD}
	35	1.02±0.02 ^{AA}	2.92±0.01 ^{CA}	4.07±0.02 ^{DD}	2.58±0.01 ^{BB}	3.56±0.01 ^{DE}
	42	2.77±0.01 ^{DC}	1.33±0.01 ^{BB}	2.80±0.01 ^{EA}	1.25±0.01 ^{AA}	1.54±0.01 ^{CA}
b	1	15.02±0.01 ^{DG}	14.40±0.03 ^{CD}	14.33±0.01 ^{BE}	14.38±0.01 ^{CG}	13.99±0.01 ^{AF}
	7	14.46±0.08 ^{ABE}	14.92±0.80 ^{BD}	14.76±0.05 ^{BF}	14.12±0.03 ^{AF}	15.54±0.02 ^{CG}
	14	14.36±0.08 ^{ED}	12.40±0.01 ^{BC}	12.58±0.02 ^{CD}	12.74±0.02 ^{DD}	10.99±0.00 ^{CC}
	21	11.26±0.01 ^{DB}	9.45±0.01 ^{BB}	11.03±0.01 ^{CA}	11.54±0.02 ^{CC}	8.67±0.02 ^{AA}
	28	12.69±0.03 ^{CC}	14.80±0.01 ^{ED}	12.40±0.02 ^{BC}	13.97±0.01 ^{DE}	11.57±0.02 ^{AD}
	35	8.63±0.01 ^{AA}	10.23±0.02 ^{BA}	12.23±0.02 ^{EB}	10.26±0.02 ^{CB}	11.75±0.01 ^{DE}
	42	14.60±0.03 ^{EF}	9.73±0.02 ^{BB}	11.04±0.01 ^{DA}	8.74±0.03 ^{AA}	9.96±0.01 ^{CB}

¹⁾For sample codes, refer to Table 1.

Each values represents the average of triple determinations.

^{a-c}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{A-G}Means with different superscript in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Cho 등(24)은 마늘을 첨가한 김치의 품질 평가에서, 마늘을 5% 까지 첨가하고 숙성 온도를 달리하여 저장하였을 때 5°C와 10°C에서는 마늘의 첨가량이 높을 경우 pH가 더 높게 유지되어 김치의 숙성을 억제하였다고 보고하였는데, 본 연구에서도 상대적으로 마늘 첨가량이 높을수록 pH가 더 높게 유지되었다. 또한 Jang와 Park (25)은 배추김치에 고추냉이를 첨가하여 pH 및 산도를 측정 한 결과 고추냉이의 첨가량이 증가할수록 적숙기의 pH를 오랫동안 유지하였고, 낮은 산도를 유지하여 배추김치의 발효를 지연시켜 주어 가식기간 연장에 효과적이라고 보고한 바 있는데, 본 연구 결과에서도 마늘의 첨가량이 많을수록 pH 저하를 지연함으로써 적숙기의 pH 까지 도달하는 시간을 연장함을 확인할 수 있었다.

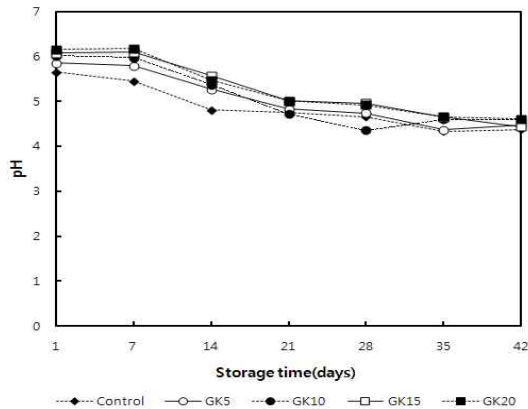


Fig. 2. Changes in pH of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C.

For sample codes, refer to Table 1. Each values represents the average of triple determinations.

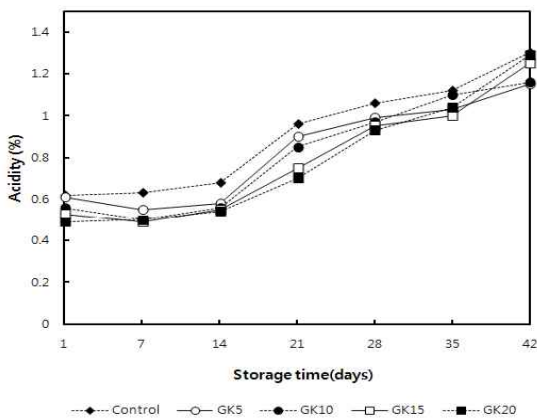


Fig. 3. Changes in acidity of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C.

For sample codes, refer to Table 1. Each values represents the average of triple determinations.

김치의 적숙기와 달리 과숙기에는 부패세균 및 잡균류가 증가하므로 신맛과 pH 값이 일치하지 않아 김치의 신맛을

나타내는 직접적인 지표로는 산도가 사용된다(26). 김치 제조 초기의 산도(Fig. 2)는 0.44~0.69%의 범위였는데, 모든 실험군에서 숙성 14일 이후부터 산도가 증가하기 시작하여 숙성 35일에 1.0% 이상으로 증가하였으며, 숙성 42일에는 1.15~1.30% 였다. 김치의 최적산도는 0.4~0.75%이며, 0.75~1%는 숙성의 최종 단계이고 1%가 넘으면 섭취하기 힘든 것으로 알려져 있는데(27), 대조군의 산도는 숙성 28일차에 1.06%로 증가 하였으나, 마늘 첨가군은 숙성 35일에 1.0~1.04%의 범위로 대조군에 비해 유의적으로 낮은 산도를 유지하였다. 대조군 및 마늘첨가군의 총산도가 현저히 증가한 시기는 발효 14~21일차 사이였는데, 이는 pH가 급격히 저하된 기간과 일치하며 김치의 발효가 진행됨에 따라 생성된 유기산으로 인해 산도가 증가되고, pH가 낮아진 것으로 판단된다. 이때 영향을 주는 유기산은 주로 lactic acid와 acetic acid라고 보고되어 있다(28).

환원당의 변화

저장기간에 따른 마늘 김치의 환원당 함량은 Fig. 4에서 보는 바와 같이, 김치제조 초기에 7.15~9.68 mg/g의 범위로 가장 높았으며, 대조군과 모든 마늘 첨가군에서 저장 기간이 경과함에 따라 점차 감소하는 경향이였다. 이러한 결과는 발효과정 중 미생물의 증가로 인하여 환원당의 감소가 일어나기 때문인데, 미생물이 환원당을 이용함으로써 김치의 풍미에 영향을 미치는 lactic acid, acetic acid, alcohol, carbon dioxide 및 그 외 여러 가지 물질을 생성하거나 전환시키기 때문으로 보고되어 있다(29). 또한 김치 제조 직후에는 마늘 첨가량에 의존적으로 환원당 함량도 높아 GK20군이 9.68 mg/g으로 가장 높았는데 이는 마늘 자체의 환원당 함량에 기인하는 것으로 생각된다. 대조군을 비롯한 모든 마늘 첨가군은 숙성과 더불어 급격히 감소하여 숙성말기에는 1.4~2.8 mg/g의 범위였다.

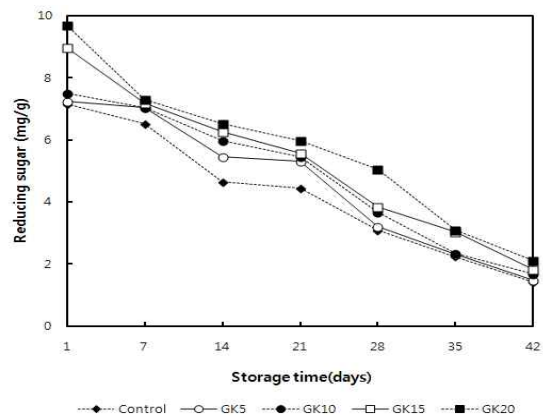


Fig. 4. Changes in reducing sugar of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C.

For sample codes, refer to Table 1. Each values represents the average of triple determinations.

Kang 등(30)은 김치는 숙성과 더불어 증가되는 미생물이 대사와 증식을 위해 당을 주로 이용하기 때문에 환원당 함량이 감소한다고 하였는데, 땅 두릅 김치(31), 고추냉이 첨가 김치(25), 매실 첨가 김치(32) 및 완숙 토마토 첨가 김치(2)의 저장기간에 따른 환원당 함량 변화의 연구결과와도 일치하는 경향이였다.

젖산균수의 변화

마늘 첨가량을 0, 5, 10, 15 및 20%로 달리하여 담근 배추 김치를 4°C에서 42일간 저장하면서 젖산균수를 측정된 결과이다(Fig. 5). 김치의 젖산균수를 측정된 결과 발효 초기(3.42~3.56 log CFU/g)이던 것이 숙성 14일차에 급격히 증가하여 6.13~7.60 log CFU/g에 도달 하였다. 또한 대조군과 GK5군은 저장 21일차에 stationary phase에 접어들었으며, GK10, GK15 및 GK20군은 마늘 첨가량에 비례하여 젖산균의 증가율이 높아지다가 28일 이후 stationary phase에 접어들었다. 저장 7일차부터 21일차까지는 대조군에 비해 마늘 첨가군의 젖산균수가 더 작았다가 숙성 28일 이후부터는 대조군과 실험군간에 차이가 미미하였다. 이는 숙성 28일 이전에는 마늘의 항균활성으로 인하여 *Leu. mesenteroides*와 *Lac. plantarum* 등과 같은 김치의 주 발효균의 생육을 저해하였기 때문이며(24), 숙성 28일 이후에는 상대적으로 항균력은 약해지고, 젖산균의 수는 일정 수준 이상을 유지하였기 때문으로 판단된다.

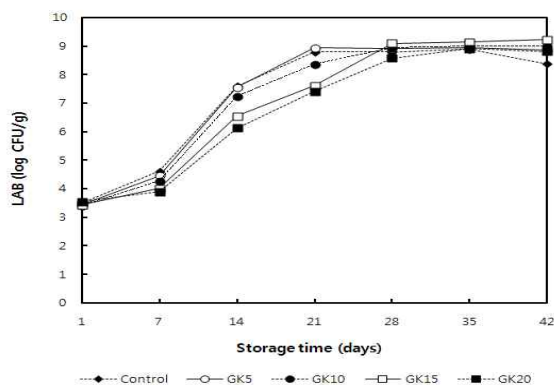


Fig. 5. Changes in lactic acid bacteria (LAB) of Kimchi prepared with different additions of garlic during fermentation for 42 days at 4°C.

For sample codes, refer to Table 1.
Each values represents the average of triple determinations.

김치에 마늘을 각각 0, 1, 2, 4 및 6%씩 첨가하여 숙성시키면서 일반세균과 젖산균의 변화를 분석한 결과 마늘의 영향으로 인해 발효 초기 호기성 세균의 생육을 억제하여 유산균의 생육에 유리한 환경을 제공함으로써 유산균 증식을 도와주며, 발효초기 발견되던 이상발효 유산균들은 발효가 진행되면서 감소하여 발효 9일 정도에는 발견되지 않고,

이후부터는 김치의 정상 발효균이 높은 수준으로 유지된다는 Cho 등(33)의 보고가 있다. 본 연구결과와 상기의 보고로 비교해 볼 때 발효 초기에는 마늘의 항균활성으로 인하여 호기성균들과 더불어 생육이 억제 되었고, 이후 이들 균주의 상대적인 감소로 인하여 유산균의 생육에 유리한 조건이 형성되면서 상대적인 함량이 증가하게 된 것으로 생각 된다.

요 약

천연식품 중 대표적인 항균활성을 가진 마늘의 다량 첨가가 배추김치 숙성 중 품질과 발효특성에 미치는 영향을 분석하고자 마늘을 절인 배추무게에 대해 0, 5, 10, 15 및 20%로 달리하여 첨가한 배추김치를 4°C에서 42일간 저장하면서 이화학적 특성 및 젖산균수의 변화를 살펴보았다. 김치의 숙성 기간 경과와 더불어 색도 중 L값은 점차 증가하였고, a 및 b값은 점차 감소하는 경향이였다. 경도는 마늘을 15% 첨가한 GK15군과 20% 첨가한 GK20군에서 가장 높게 유지되었다. pH는 모든 실험군에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하였으며, GK15 및 GK20군은 28일차에 최적 pH인 4.6~4.8범위였고, 가식 한계치인 산도 1.0%에 도달하는 기간은 대조군은 21일, 마늘첨가군은 28일로 더 길었다. 환원당 함량은 김치의 저장기간이 경과함에 따라 모든 실험군에서 감소하는 경향이였는데 숙성 초기 환원당은 마늘의 첨가량이 높을수록 더 높았으나 숙성 42일 후에 잔존율은 19.7~22.3%로 시료간에 차이가 적었다. 젖산균수는 숙성 7일에서 14일 사이에 급격히 증가하여 6.13~7.60 log CFU/g에 도달하였으며, 마늘의 첨가량이 많을수록 젖산균수는 더 적었으나 숙성 28일차부터는 대조군과 마늘 첨가군간의 젖산균수에 유의적인 차이가 없었다. 이상의 분석 결과들을 종합하여 볼 때 배추김치 제조 시 마늘의 첨가는 배추김치의 품질을 향상시키고, 저장성을 연장시키는 효과가 있음을 알 수 있었고, 배추무게 대비 20%까지의 마늘 첨가는 김치의 품질을 저해하지 않는 것으로 판단 된다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부 지자체연구소육성사업 추진에 따른 기술개발 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Hwang JH (2002) Antioxidative activities of anthocyanins

- from red leaf mustard (*Brassica juncea* Coss. var. integrifolia). MD Thesis, Pusan National University
2. Moon SW, Park JE, Jang MS (2007) The effects of added ripened tomato on the quality of baechukimchi. *J East Asian Soc Dietary Life*, 17, 678-688
 3. Kim HJ, Kwon MJ, Seo JM, Kim JK, Song SH, Suh HS, Song YO (2004) The effect of 30(4-hydroxy-3',5'-dimethylphenyl)propionic acid in Chinese cabbage kimchi on lowering hypercholesterolemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 52-58
 4. Choi EJ, Cho SH (2009) Effects of onion and oear on Kimchi quality characteristics during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci*, 25, 243-251
 5. www.wkimchi.re.kr
 6. Chang SK (2007) Fermentation properties and in vitro anticancer effect of *Kimchi* prepared with potato. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 227-234
 7. Ko YT, Lee SH (2007) Quality characteristics of Kimchi added with green tea powder. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 50, 281-286
 8. Bae MS, Lee SC (2008) Preparation and characteristics of Kimchi with added styelaclaca. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 573-579
 9. Kwak HJ, Jang JS, Kim SM (2009) Quality characteristics of *Kimchi* with added *douttunya cordata*. *Korean J Food & Nutr*, 22, 332-337
 10. Jung BM, Jung SJ, Kim ES (2010) Quality characteristics and storage properties of gat kimshi added with oyster shell powder and *Salicornia herbacea* powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 26, 188-197
 11. Mo EK, Kim SM, Yang SA, Jegal SA, Choi YS, Ly S, Sung CK (2010) Properties of Baechu kimchi treated with black rice water extract. *Korean J Food Preserv*, 17, 50-57
 12. Park DI, Choi AR, Woo HJ, Rhee SK, Chae HJ (2010) Effects of sckerophyllous plant leaves addition on fermentative and sensory characteristics of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 580-586
 13. Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Ki, DJ, Hong JT, Jeong HS (2006) Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 331-336
 14. Shin JH, Kim RJ, Lee SJ, Kang MJ, Seo JK, Sung NJ (2011) Aroma compounds and antimicrobial effect of garlic from different area in Korea. *Korean J Food Preserv*, 18, 199-207
 15. Kang MJ, Shin JH, Sung NJ (2011) Recovery effect of garlic extract and vitamin B group enhanced diet on swimming fatigue. *Korean J Life Sci* 21, 875-883
 16. Kim MH, Shin MS, Jhon DY, Hong YH, Lim HS (1987) Quality characteristics of kimchis with different ingredients. *J Korean Soc Food Nutr*, 16, 268-277
 17. Yoo MJ (2002) Quality properties of the low-temperature and long-term fermented kimchi during fermentation. MD Thesis, Pusan National University, p 57
 18. Han GJ, Jang MS (2006) Changes in the quality characteristics of storing time of aralia continentalis kitagawa kimchi. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 681-689
 19. Yu EJ, Shin MS, Jhon DY, Hong YH, Lim HS (1988) The Changes of pectic substances of kimchis with different garlic contents during the fermentation periods. *Korean J Soc Food Sci*, 4, 59-63
 20. Ryu BM, Jeon YS, Moon GS, Song YS (1996) The changes of pectic substances and enzyme activity, texture, microstructure of anchovy added kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 25, 470-477
 21. Lee YH, Rhee HS (1986) The changes of pectic substances during the fermentation of kimchis. *Korean J Soc Food Sci*, 2, 54-58
 22. Park GS, Kim GS (2008) Quality characteristics of allium victorialis mul-kimchi during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci*, 24, 829-836
 23. Ku KH, Kang KO, Kim WJ (1988) Some quality changes during fermentation of kimchi. *Korean J Food Sci Technol*, 20, 479-482
 24. Cho HK, Park SH, Jo JS, Jung CS (2001) Effect of the garlic on the fermentation and quality of kimchi. *Korean J Dietary culture*, 16, 470-477
 25. Jang MS, Park JE (2007) Effects of Wasabi (*Wasai japonica Matsum*) on the physicochemical characteristics of baechu kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36, 1219-1224
 26. Park SH, Lee JH (2005) The correlation of physicochemical characteristics of kimchi with soumess and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci*, 21, 103-109
 27. Lee YH, Yang LW (1970) Studies on the packaging and preservation of kimchi. *J Korean Agric chem Soc*, 13, 207-218
 28. Ryu JY, Lee HS, Rhe HS (1984) Changes of organic acids and volatile flavor compounds in kimchis fermented with different ingredients. *Korean J Food Sci Technol*, 16, 169-174

29. Yi JH, Cho Y, Hwang IK (1998) Fermentative characteristics of kimchi prepared by addition of different kinds of minor ingredients. *Korean J Food Sci*, 14, 1-8
30. Kang KO, Sohn HJ, Kim WJ (1991) Changes in chemical and sensory properties of Dongchimi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 23, 267-27
31. Han GJ, Shin DS, Jang MS (2009) Chemical characteristics of stored *aralia continentalis* kitagawa *kimchi*; Vitamin C, reducing sugar, total chlorophyll, dietary fiber, total soluble solid. *Korean J Food Cookery Sci*, 25, 330-336
32. Kim GR, Park RY, Lee SH (2010) Fermentation and quality characteristics of kimchi prepared using various types of maesil (*Prunus mume* Sieb. et Zucc). *Korean J Food Preserv*, 17, 214-222
33. Cho NC, Jhon DY, Shin MS, Hong YH, Lim HS (1988) Effect of garlic concentrations on growth of microorganisms during *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 20, 231-235
-
- (접수 2012년 4월 20일 수정 2012년 6월 8일 채택 2012년 6월 15일)