식품공학 학사학위논문

녹차를 첨가한
저염 동치미의 저장성 연장

국립목포대학교 공과대학
식품공학과

오 승 연
하 승 연
박 동 희
민 영 서

지도교수: 마 승 진

2025년 2월

녹차를 첨가한
저염 동치미의 저장성 연장

이 논문을 식품공학 학사학위 논문으로 제출함

국립목포대학교 공과대학

식품공학과

오 승 연

하 승 연

박 동 희

민 영 서

지도교수 마 승 진

상기자의 식품공학 학사학위 논문을 인준함

심사위원장 이 현 준 (인)

심사위원 마 승 진 (인)

2025년 2월

목 차

국문초록

제1장 서 론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 4
1. 실험 재료 ····· 4
2. 실험방법 ····· 4
1) 추출물 제조 ····· 5
2) 항균활성 측정 ····· 5
3) 동치미 제조 ····· 5
4) pH 및 산도 측정 ····· 7
5) 젖산균수 측정 ····· 7
6) 효모수 측정 ····· 7
7) 관능평가 ····· 8
3. 통계처리 ····· 8

제3장 결과 및 고찰 ····· 9
1. 추출 수율 ····· 11
2. 항균활성 ····· 13
3. pH 및 산도 변화 ····· 13
4. 젖산균수 변화 ····· 23
5. 효모수 변화 ····· 28
6. 관능평가 ····· 33

제4장 결 론 ····· 38

참고문헌 ····· 41

녹차를 첨가한
저염 동치미의 저장성 연장

오 승 연, 하 승 연, 박 동 희, 민 영 서

목포대학교 공과대학 식품공학과

(지도교수 : 마승진)

(초록)

항균물질을 첨가하여 저염 동치미를 제조하였을 때의 저장성의 연장에 영향을 조사하고자 먼저 항균력을 가진 시료인 녹차, cardamom, 매실을 추출해 paper disc 법으로 항균성 실험을 진행하였다. 가장 항균력이 강한 항균력을 보였던 녹차 70% EtOH 추출물로 저염 동치미를 제조하였고 첨가 농도는 4(0.5%), 8(1%), 24 g(3%)로 설정하였다. 또 일반 녹차를 28.5, 57, 171 g 씩 첨가하였다. 동치미의 소금 농도는 0.3, 0.5, 1%로 설정하였고, 소금 농도 2.5%의 대조구 동치미와 소금 농도 0.3, 0.5, 1%의 일반 저염 동치미도 제조하였다. 이후 마늘, 생강, 파 풋고추의 부재료를 첨가 후 10℃에서 25일간 발효시키면서 동치미 발효 중 pH, 산도, 젖산균 수, 효모 수 및 관능 평가를 진행하였다.

동치미의 pH는 발효 중 모든 시료에서 감소하는 경향을 보였으며, 시료 간 유의적인 차이가 나타났다. 무첨가 저염 동치미과 대조구(염도 2.5% 동치미)들이 가장 빠르게 최적 pH(3.8)에 도달하였으며, 녹차의 첨가량이 많을수록 더 완만하게 감소하였다. 특히 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구가 일반 녹차 첨가구보다 더욱 완만한 감소를 보였다.

동치미의 산도는 모든 시료에서 증가하는 경향을 보였으며, 녹차의 첨가량이 많을수록 천천히 증가했다. 녹차 70% EtOH 추출물 첨가 저염 동치미가 일반 녹차 첨가 동치미구보다 상승 속도가 느린 것을 확인하였다. 반면, 무첨가 저염 동치

미에서는 소금 농도가 낮을수록 급격하게 상승하는 양상을 보였다.

동치미의 젖산균수는 녹차를 첨가함에 따라 초기 발효가 억제되어 완만하게 상승한 후 최대치에 도달한 뒤 하락과 상승을 반복하였다. 녹차의 첨가량이 많아질수록 젖산균의 성장을 더욱 억제하여 초기 발효를 지연시키는 것으로 나타났고 녹차 70% EtOH 추출물 첨가 동치미가 일반 녹차 첨가 동치미구보다 젖산균의 생육이 억제되었다. 하지만 일반 녹차 첨가구는 후반으로 갈수록 대조구(염도 2.5% 저염 동치미)과 무첨가 저염 동치미보다 젖산균 수가 상승했다.

동치미의 효모수는 녹차를 첨가함에 따라 발효 후반부로 갈수록 효모 수가 감소하였다. 특히, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가 동치미구은 초반부터 효모를 억제했지만, 일반 녹차 첨가 동치미구은 발효 초반에는 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)와 비슷한 경향을 보이다가 후반부에서는 효모 수가 감소하는 것을 확인하였다.

동치미의 관능평가 결과는 색 및 탁도의 경우 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)에 비해 전반적으로 녹차를 첨가한 동치미구들이 좋지 않은 평가를 받았다. 짠맛은 7일차에 녹차를 첨가한 동치미구들의 평가들이 녹차 특유의 쓴맛과 향 등으로 좋지 않은 평가를 받았으나 14일차부터는 염도 1% 28.5 g의 일반 녹차 첨가 동치미구의 평가가 무첨가 저염 동치미와 유의적인 차이가 없었고 21일차부터는 가장 평가가 좋은 일반 대조구(염도 2.5% 동치미)와 유의적인 차이가 없었다. 쓴맛은 쓴맛이 없는 대조구(염도 2.5% 동치미), 무첨가 저염 동치미가 7일차에는 전반적으로 좋은 평가를 받았으나 발효 시간이 지나갈수록 염도 0.5-1% 28.5 g 일반 녹차 첨가 동치미구의 경우 쓴맛이 약해져 좋은 평가를 받았다. 반면, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가 동치미구의 경우 너무 쓴맛이 강하다는 평가가 많았다. 전체적인 기호도로는 대조구(염도 2.5% 동치미)이 가장 좋은 평가를 받았고 초반엔 무첨가 저염 동치미보다 낮은 평가를 받던 녹차 첨가 동치미구 중 염도 0.5-1%에서 일반 녹차 28.5 g 첨가구 동치미들이 후반으로 갈수록 무첨가 저염 동치미보다 좋은 평가를 나타냈다. 반면, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가 동치미구의 경우 쓴맛이 지나치게 강하다는 평가로 인해 관능평가 점수가 낮은 경향을 보였다.

이러한 결과를 통해 녹차가 동치미의 발효에 관여하는 미생물에 대한 항균활성

을 가지고 있다고 판단되고, 최종적으로 일반 녹차 28.5 g를 첨가한 염도 0.5-1% 동치미가 저장기간 연장과 관능적 품질을 고려하였을 때 가장 우수한 것으로 생각된다. 그리고 녹차 70% EtOH 추출물의 경우 더 좋은 항균성을 가졌으나 너무 진한 색과 강한 쓴맛으로 첨가하는 양을 조절이 필요할 것으로 판단된다. 다만 전체적으로 녹차를 첨가한 동치미들의 색 및 탁도가 좋지 않았고, 첨가량을 줄이는 연구 등의 추가적인 연구와 젖산균의 경우 동치미의 발효 과정 중 필수적인 젖산균의 생성을 과도하게 저해하지 않도록 녹차의 첨가시기를 조절하는 연구 등의 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

제1장 서 론

김치는 소금에 절여 물기를 뺀 절임 배추나 무, 오이 등을 주원료로 하여 고춧가루, 파, 마늘, 생강 등의 여러 가지 부재료와 향신료를 추가하여 제조하는 우리나라의 전통적인 발효식품이다(1,2). 김치는 그 종류가 다양하며, 각 지역과 가정마다 고유한 제조 방법과 맛을 가지고 있다. 대표적인 김치로는 배추김치, 깍두기, 동치미, 총각김치 등이 있다(3).

동치미는 주로 무와 소금, 물을 기본 재료로 하여 담그는 물김치이다(4). 겨울철에 담가 먹는 겨울 동치미와 봄·여름철에 담가 먹는 봄·여름 동치미로 나눌 수 있다. 겨울 동치미는 무를 통째로 사용하거나 크게 썰어 소금에 절인 후 소금물을 부어 담그며, 생강, 파, 청각, 풋고추 등을 넣어 맛을 더한다. 반면, 봄·여름 동치미는 무를 적당한 크기로 썰어 소금에 절인 후 마늘, 파, 붉은 고추 등을 함께 섞어 담근다(5).

동치미는 고춧가루, 젓갈 등의 양념을 첨가하지 않아 담백하다는 특징이 있고, 다른 김치에 비해 저열량의 식품이다. 또한, 동치미의 발효과정에서 젖산균이 생성되며, 생성된 젖산균은 소화를 돕고, 유기산과 과산화수소 등을 생산하여 다른 미생물의 증식을 억제하는 작용을 한다고 알려져 있다(4,5).

동치미에서 소금은 발효 과정에서 매우 중요한 역할을 한다. 소금은 미생물의 활동을 조절하여 발효를 안정화 시키고, 동치미의 맛과 향을 형성하는데 기여한다(6,7).

하지만 소금은 과다하게 섭취하면 문제가 될 수 있다. 최근 몇 년간 한국인의 소금 섭취량이 증가하고 있다는 연구 결과가 다수 보고되고 있다. 한국인의 전통적인 식단은 김치, 찌개, 국 등 소금이 많이 들어가는 음식들로 구성되어 있어, 나트륨 섭취가 높은 편이다(8). 이러한 식습관은 고혈압, 심혈관 질환 등 다양한 건강 문제를 유발할 수 있다. 대한지역사회영양학회의 연구에 따르면, 한국인의 평균 소금 섭취량은 하루 15-20 g으로, 이는 세계보건기구(WHO)가 권장하는 하루 5 g을 크게 초과하는 수치이다(9). 특히, 김치와 같은 발효식품이 전체 소금 섭취량의 상당 부분을 차지하고 있다고 보고된 바 있다(8,9).

한편, 항균 활성이 있는 천연물은 식품 보존 및 발효 과정에서 미생물의 증식을 조절하고, 품질을 개선할 수 있는 중요한 천연자원으로 주목받고 있다. 특히 허브와 향신료에서 추출한 천연 항균물질은 미생물의 성장을 억제하거나 특정 미생물의 생장을 촉진하는 데 유용하게 활용되고 있다(10). 김치는 발효 과정 중에 다양한 미생물이 복합적으로 작용하며, 발효의 초기, 중기, 후기 단계에 따라 주요 미생물이 변화하는 특징을 보인다고 알려져있다(11). 이러한 미생물 군집의 변화는 발효된 식품의 풍미와 저장성에 큰 영향을 미치는데, 각종 천연 항균물질은 김치 발효 과정에서 효모 및 유산균의 균형을 유지함으로써 품질 저하를 방지하는 데 기여할 수 있다고 보고되고 있다.

녹차는 세계 음료 중에서 가장 오랜 역사를 가지고 있으며 차나무 잎으로 만들어진다(12). 항산화 작용, 콜레스테롤 수치 감소, 혈당 조절, 항균력 등 다양한 효능을 가지고 있다고 알려져 있다(13,14,15). 녹차는 미생물의 세포막을 손상시켜 항균 효과를 발휘하는데 *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella typhimurium* 등의 병원성 세균에 대해서도 항균 효과를 나타낸다. 또한, 녹차는 김치 발효에 관여하는 미생물인 *Pediococcus cerevisiae, Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus brevis, Lactobacillus plantarum, Streptococcus faecalis*와 *Saccharomyces cerevisiae* 에 대해 항미생물 활성을 보인다고 알려져 잇으며(16,17), 동치미와 유사한 백김치에 적용한 경우 저장 기간이 연장되었다고 보고된 바 있다(18). 녹차 추출물의 항균물질은 넓은 범위의 온도(40～150℃) 와 pH(3～11)에서 안정성을 유지하여 이상적인 천연 항균제로서의 개발 가능성이 높다고 보고되고 있다(16,19).

한편, 매실은 섬유질과 무기질이 풍부하고 구연산을 포함한 유기산 등이 많이 들어있는 알칼리성 식품이다(20). 건위, 지갈, 지리, 해독, 피로 회복 등에 효과를 나타내며 간 기능 회복, 당뇨병 개선, 항암작용, 항산화 작용 항균성 등의 효과가 있는 것으로 알려져있다(21,22,23).

매실의 항균성에 대한 연구로는 매실 추출물이 식중독균(*Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Bacillus subtilis* 등)에 대해 항균효과가 있다는 연구(23), 김치의 유산균의 성장을 억제하여 저장성이 연장이 된다는 연구

(24), 매실 추출물의 구강 미생물에 대한 항균성 연구(25)등이 있다. 매실을 첨가한 동치미의 연구로는 슬라이스 및 매실 농축액의 첨가가 김치류의 저장성 연장과 맛에 상승에 도움을 주었다는 보고(26,27)가 있다.

Cardamom은 생강과(*Zingiberaceae*)에 속하는 다년생 식물로, 주로 인도, 스리랑카, 중미 및 동남아시아에서 재배되고 있다(28). cardamom의 과실은 식품의 풍미를 더하는 향신료로 널리 사용되고 있으며 소화 촉진제, 항산화제 및 항염증제와 복통, 설사 및 식욕부진과 같은 위장 장애를 치료하는 데 활용되었다고 알려져있다(29).

Cardamom의 정유 성분은 *Helicobacter pylori* 억제 효과(30), 위장 보호 효과(31), 항산화 효과(32) 등이 확인되어 의약품 및 기능성 식품의 원료로서 주목받고 있다. 또 cardamom의 추출물이 김치 산패의 주 원인균인 *Lactobacillus platarum* 저해하는 항균 효과를 보인다고 보고된 바 있다(33).

한편, 동치미에 대한 연구로는 기능성 부재료의 첨가에 관한 연구(33-38)와 최적 발효에 관한 연구(4,8,9)를 중심으로 수행되었으며 저염 동치미에 관한 연구(39,40)는 저염 김치 연구에 비해 미흡한 편이다. 또 저염 동치미에 천연 항균물질을 첨가하여 저장성을 높이는 연구는 이루어져 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 천연 항균물질 첨가에 따른 저염 동치미의 저장 기간 연장 가능성을 확인하고자 하였다. 이를 위해 먼저 항균 활성이 기대되면서 동치미의 관능적 품질 향상에 기여할 수 있다고 생각되는 녹차, 매실, cardmom에 대한 젖산균과 산막효모에 대한 항균 활성을 측정하였다. 또한, 이들 미생물에 대해 가장 강한 활성을 보인 녹차를 선택하고 녹차 추출물과 일반 녹차 형태로 저염 동치미에 첨가하였을 때 동치미의 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성을 확인하였으며, 이를 통해 염도를 낮추면서 저장성을 확보하고 맛을 해치지 않는 최적의 제조 방법을 확립하고자 하였다.

제2장 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 무는 고랭지 햇무와 녹차, 매실, cardamom을 온라인 마켓(쿠팡)에서 구매하였고, 부재료인 마늘, 생강, 파, 풋고추도 온라인 마켓(쿠팡)에서 구매하였다. 소금은 목포대학교 바이오솔텍에서 판매하는 바다금 천일염을 사용하였다. 실험에 사용한 자몽종자추출물(GSE)는 온라인 마켓(비엔에프코리아)에서 구매하였고, 유산균분리용배지(Lactobacillus MRS agar)와 YM배지(Yeast Mold agar)는 Difco사 제품을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 추출물 제조

녹차, 매실, cardamom을 열수, 70% EtOH 및 95% EtOH로 추출하고 동결건조하여 각각의 추출물을 제조하였다. 열수 추출물 제조를 위해 파쇄한 각 시료 50 g에 증류수 500 mL를 가하고 hot plate에서 100℃에 30분간 가열하며 혼합하였다. 그 후 원심분리하여 침전물을 제거하고, 3 μm membrane filter(Whatman No. 6)로 여과하여 동결건조하였다.

70% EtOH 추출물은 시료 50 g에 70% EtOH 500 mL를 가하고 70℃ water bath 상에서 10분간 추출한 후, 여과, 농축, 동결건조하여 제조하였다. 95% EtOH 추출물은 시료 50 g에 95% EtOH 500 mL를 가하고 90℃ water bath 상에서 10분간 추출한 후, 여과, 농축, 동결건조하여 제조하였다.

2) 항균활성 측정

각 추출물의 항균활성은 하 등(2006)과 정과 윤(2008)의 방법에 따라 Paper disc법으로 측정하였다(41,42). 젖산균(*Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus plantarum*)의 배양은 유산균분리용배지(Lactobacillus MRS agar, Difco Lab.), 산막효모(*Pichia kluyveri, Candida sake*) 배양은 YM배지(Yeast Mold agar, Difco Lab.)를 사용하였다. 배지를 준비한 후 각 배지에 균을 6 mL씩 넣고 도말하였다. 추출 후 동결건조한 항균 물질을 30 mg/mL로 희석한 후, 20 μL를 paper disc에 접종하여 건조시킨 것을 배지에 부착하였다. 대조구로 자몽종자추출물(GSE)를 사용하였고, 배지에 부착한 paper disc에 멸균수를 35 μL로 확산시킨 후, 각 균의 배양 온도에서 48시간 배양하여 clear zone 생성 유무 및 크기를 확인하였다.

3) 동치미 제조

잔털과 무청을 제거한 무를 세척한 후 물기 제거를 하고 깍둑썰기하였다. 소금농도가 각 0.3, 0.5, 1, 2.5%가 되도록 천일염을 첨가하여 소금물을 제조한 후, 무와 소금물을 800 g 씩 1 : 1 비율로 플라스틱 용기에 넣었다. 마늘, 생강, 파, 풋고추를 각각 1.0%, 0.5%, 0.3%, 0.1% 첨가하였다. 녹차 70% EtOH 추출물은 각각 4(0.5%), 8(1%), 24 g(3%) 첨가하였으며, 일반 녹차는 28.5, 57, 171 g 씩 첨가하고 10℃에서 25일간 저장하며 실험을 진행하였다.

Table 1. Samples according to salt concentration and antibacterial substance concentration of Dongchimi.

sample	Antibacterial substance	salt concentration (%)	Antibacterial substance concentration (g)
GEa1	green tea 70% EtOH extract	0.3	4(0.5%)
GEa2		0.3	8(1%)
GEa3		0.3	24(3%)
GEb1		0.5	4(0.5%)
GEb2		0.5	8(1%)
GEb3		0.5	24(3%)
GEc1		1.0	4(0.5%)
GEc2		1.0	8(1%)
GEc3		1.0	24(3%)
GTa1	dried green tea	0.3	28.5
GTa2		0.3	57
GTa3		0.3	171
GTb1		0.5	28.5
GTb2		0.5	57
GTb3		0.5	171
GTc1		1.0	28.5
GTc2		1.0	57
GTc3		1.0	171
NAa1	-	0.3	-
NAb2		0.5	
NAc3		1.0	
Control		2.5	

[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract
GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract
GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEc3: 1% salt concentration, 24 g (3%)green tea extract
GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea
GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea
GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea
GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea
GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea
GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea
NAa1: 0.3% salt concentration, no additives
NAb2: 0.5% salt concentration, no additives
NAc3: 1% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration
[2] -: no green tea

4) pH 및 산도 변화

발효 중 동치미의 pH의 변화를 측정하기 위해 발효 시작 후 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25일째 되는 날 동치미액 10 mL를 취하여 pH 측정기(pH meter, pH-200L)로 측정하였고 3회 수행하여 평균값으로 나타냈다.

산도는 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25일째 채취한 동치미액 10 mL에 증류수 90 mL를 넣어 희석한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2±0.1로 중화시킬 때 소요된 0.1 N NaOH의 mL를 구하고 다음 식에 의하여 계산하였다(42).

$$\text{산도(w/v\%)} = \frac{\text{소비된 } NaOH(mL) \times 0.009 \times NaOH\,factor(F)}{\text{시료량}(g)} \times 100 \times \text{희석배수}$$

*0.009: 0.1 N NaOH 용액 1 mL에 해당하는 lactic acid 양

2) 젖산균수 변화

젖산균 수의 변화를 측정하기 위해 발효 중인 동치미로부터 0, 5, 10, 15, 20, 25일째에 동치미액 1 mL를 채취하여 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}로 희석하고 유산균분리용배지(Lactobacillus MRS agar, Difco Lab.)에 0.1 mL씩 도말하였다. 이어 37°C에서 24시간 동안 배양한 후, 젖산균 특유의 집락을 총 젖산균 수로 계산하였다.

3) 효모수 변화

효모수 변화는 동치미액을 7, 14, 21일째에 1 mL씩 채취하고 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}로 희석하여 YM(Yeast Mold Broth, Difco Lab.) 배지에 도말한 후 25°C에서 48시간 동안 배양한 후 생성된 집락을 측정하여 계산하였다.

4) 관능평가

식품공학과 학생 15명을 패널로 선정하고 시료의 특성 및 강도, 평가 방법에 대한 교육과 훈련을 실시하였다. 동치미 시료에 대한 관능평가는 총 5가지 항목(색 및 탁도, 냄새, 짠맛, 쓴맛, 전반적인 기호도)에 대하여 7점 척도법으로 진행하였다.

5. 통계처리

본 연구의 결과에 대한 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 30.0.0.0(SPSS Inc, Chicago, Ⅱ., USA)프로그램을 이용하여 통계처리를 하였다. 실험군들 간의 유의성은 분산분석 후 $p \leq 0.05$ 수준에서 다중범위 검정(Duncan‘s multiple range test)를 실시하였다.

제3장 결과 및 고찰

1. 추출 수율

녹차, 매실, cardamom에 대해 열수 추출, 70% EtOH 추출, 95% EtOH 추출을 진행한 결과(Table 2) 매실의 추출 수율은 각각 29.47%, 29.33%, 18.48%로 가장 높았으며, 이는 매실의 고유 성분이 물과 에탄올 혼합 용매에서 비교적 용해도가 높음을 시사한다. 녹차는 14.90%, 14.04%, 11.36%로 두 번째로 높은 추출 수율을 보였으며, 이는 매실보다 낮으나 cardamom보다는 높은 결과를 나타냈다. cardamom의 경우, 추출 수율이 11.85%, 6.85%, 5.32%로 가장 낮게 나타났으며, 이는 cardamom의 특정 성분이 주로 비극성 용매에 용해되거나, 상대적으로 용매와 상호작용이 제한적임을 의미할 수 있다.

또한, 세 가지 재료 모두 95% EtOH 추출에서 가장 낮은 수율을 나타낸 반면, 열수 추출에서 가장 높은 수율을 보인 점은 고온의 물이 용해도를 높이는 데 기여했음을 보여준다. 특히, 매실의 경우 70% EtOH 추출과 열수 추출 간 수율 차이가 거의 없었는데, 이는 매실 성분이 극성과 비극성 성분 모두를 포함하고 있어 용매 선택에 유연성이 있음을 시사한다.

$$\text{추출 수율 (\%)} = \left(\frac{\text{추출된 고형물의 질량}}{\text{초기 녹차시료의 질량}}\right) \times 100$$

Table 2. Yields of Hot Water and Ethanol Extracts of Green Tea, Prunus mume, and Cardamom

sample	Extraction Method	Sample size (g)	Solvent (mL)	Freeze Dried Weight (g)	Extraction Yield (%)
Green tea	Hot Water Extraction	50	500	7.45	14.9
	70% Ethanol Extraction	50	500	7.02	14.04
	95% Ethanol Extraction	50	500	5.68	11.36
Cardamom	Hot Water Extraction	50	500	5.92	11.85
	70% Ethanol Extraction	50	500	3.43	6.85
	95% Ethanol Extraction	50	500	2.66	5.32
Prunus mume	Hot Water Extraction	50	500	14.74	29.47
	70% Ethanol Extraction	50	500	29.67	29.33
	95% Ethanol Extraction	50	500	9.24	18.48

2. 항균활성

녹차, 매실, cardamom의 열수, 70% EtOH, 95% EtOH 추출물과 대조구인 자몽 종자 추출물(GSE)을 사용하여 동치미의 부패와 발효에 관여하는 젖산균(*Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroide*s)과 산막효모(*Pichia kluyveri, Candida sake*)에 대하여 항균활성을 측정하였다.

그 결과(Table 3), 녹차 70% EtOH 추출물이 젖산균*(Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroide*s)에 대해 높은 항균 활성을 나타냈다. *Lactobacillus plantarum*의 경우, 녹차 70% EtOH 추출물은 30 mg/disc에서 27 mm의 clear zone을 형성하여 대조구인 자몽종자추출물(GSE)의 30 mg/disc 보다 강한 항균 효과를 보였다. 또한, 녹차 70% EtOH 추출물은 *Leuconostoc mesenteroides*에 대해 30 mg/disc에서 25 mm의 clear zone을 보여 대조구인 자몽종자추출물(GSE) 30 mg/disc(12 mm)보다 강한 활성을 나타냈다. 산막효모(*Candida sake, Pichia kluyver*)에 대한 녹차 70% EtOH 추출물의 항균활성은 *Candida sake*에 대해서는 30 mg/disc일 때 약간의 항균 효과(16 mm)를 보였으나, *Pichia kluyveri*에 대해서는 항균 활성이 나타나지 않았다. 대조구인 자몽종자추출물(GSE)은 30 mg/disc에서 *Pichia kluyveri*에 대해 21 mm, *Candida sake*에 대해 15 mm인 것에 반해 비교적 약한 항균활성을 보였다.

매실 70% EtOH 추출물은 두 젖산균 대해*(Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroide*s) 30 mg/disc에서 8 mm 정도의 약한 항균 활성을 보였으나, 30 mg/disc Candida sake에 대해 가장 강력한 항균 효과(28 mm)를 나타냈다. 반면, *Pichia kluyveri*에서는 항균 활성이 없었다. 매실 추출물의 결과는 산막효모 선택적 억제에 활용 가능성을 보여준다.

반면, cardamom 70% EtOH 추출물은 실험된 모든 균주에서 항균 활성이 관찰되지 않았다.

결과적으로, 젖산균에 대해 강력한 항균 효과를 보이며 산막효모에 대해서도 일부 억제 효과를 가진 녹차 70% EtOH 추출물을 항균물질로 선정하게 되었다.

Table 3. The antibacterial activity of plum, green tea, and cardamom extracts, which are antibacterial substances, extracted with 70% ethanol, is displayed in terms of clear zone distance (mm).

Strains	Clean zone on plate (mm)											
	Green tea			Prunus mume			Cardamom			GSE		
	mg/disc	0.3	3	30	0.3	3	30	0.3	3	30	0.3	3	30
Lactobacillus plantarum		-	15	27	-	-	8	-	-	-	14	14	15
Leuconostoc mesenteroides		-	12	25	-	-	8	-	-	-	14	14	12
Pichia kluyveri		-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	21	21
Candida sake		-	8	16	-	16	28	-	-	-	15	16	15

[1)]GSE : Grapefruit seed extract

[2)] - : No clean zone

3. pH 및 산도 변화

녹차 70% EtOH 추출물과 일반 녹차를 첨가한 저염 동치미의 발효 기간 동안 pH 및 산도의 변화를 측정하여 저장성 연장 가능성을 평가하였다. 박(2012)과 나(2014)에 따르면 동치미의 관능이 가장 좋은 시기는 pH 3.9±0.1, 산도 0.3% 정도로 나타났다고 한다(5).

그 결과(Table 4), 녹차를 첨가한 저염 동치미는 첨가량이 증가할수록 무첨가 저염 동치미에 비해 pH가 느리게 감소하며, 발효 속도가 지연되는 경향을 보였다(Figure1-Figure3). 녹차 70% EtOH 추출물은 일반 녹차에 비해 pH 감소가 더욱 느리게 감소하였다.

일반 녹차 첨가구는 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구 보다는 빠르게 감소하였으나 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미) 보다는 느리게 pH가 감소하였다.

동치미를 담근 직후의 pH는 전체적으로 6.5-5.0 범위였다. 발효 후 3일째부터 NAa1(염도 0.3%, 무첨가 저염 동치미), NAb2(염도 0.5%, 무첨가 저염 동치미), NAc3(염도 1%, 무첨가 저염 동치미), 대조구(염도 2.5%, 동치미)의 pH는 4.8-5.5로 감소하였고, 15일째에 최적 pH인 3.9±1에 도달하였고 이후로는 완만하게 유지되었다.

녹차 70% EtOH 추출물 첨가구는 가장 느리게 pH가 감소했으며 첨가량이 가장 낮은 GEa1(염도 0.3%, 녹차 70% EtOH 추출물 4 g(0.5)% 첨가구), GEb1(염도 0.5%, 녹차 70% EtOH 추출물 4 g(0.5)% 첨가구), GEc1(염도 1%, 녹차 70% EtOH 추출물 4 g(0.5)% 첨가구)녹차 추출물 첨가구만이 발효 20일차에 pH 4에 근접하였고 그 이상 첨가한 동치미들은 pH 5이상을 유지하였다.

일반 녹차 첨가구는 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구 보다는 빠르게 감소하였으나 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)보다는 느리게 pH가 감소하였다. 발효 20일차에 첨가량이 가장 낮은 GTa1(염도 0.3%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)가 pH 4에 근접하였고 25일차에는 pH 4.0으로 최적 pH가 되

었다. 첨가량이 가장 많은 일반 녹차 171 g 첨가구는 pH 5 정도로 높았다.

산도의 결과(Table 5), 녹차를 첨가한 저염 동치미는 첨가량이 증가할수록 무첨가 저염 동치미에 비해 산도가 느리게 상승하며, 비교적 낮게 유지되는 경향을 보였다(Figure4-Figure7). 녹차 70% EtOH 추출물은 일반 녹차에 비해 산도의 상승이 더욱 천천히 상승하였다.

동치미를 담근 직후의 산도는 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)의 산도는 0.01-0.02% 정도로 15일차까지는 유의적인 차이는 없었고 무첨가 저염 동치미의 산도가 가장 빠르게 상승하였다. 20일차는 NAb2(염도 0.5%, 무첨가 저염 동치미)가 0.27±0.12%로 가장 높은 산도를 보였고, 25일차에는 무첨가 저염 동치미들은 전부 0.3% 이상의 산도를 보였으며, 염도가 가장 낮은 NAa1(염도 0.3%, 무첨가 저염 동치미)가 0.45±0.03%로 가장 높은 산도를 보였다. 대조구(염도 2.5%동치미)는 0.23±0.11%로 염도가 낮은 동치미들에 비해 낮은 산도를 보였다.

녹차 70% EtOH 추출물 첨가구는 산도 상승 속도는 첨가량이 증가할수록 더 감소했다. 가장 높은 산도는 첨가량이 제일 낮은 GEb1(염도 0.5%, 70% EtOH 추출물 4 g(0.5%)첨가구)의 경우 발효 25일차에도 0.18±0.07% 정도로 낮은 산도를 보였다.

일반 녹차 첨가구는 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구 보다는 빠르게 상승하였으나 무첨가 저염 동치미에 비해 느리게 상승하였다. 발효 초기와 중반에는 대조구(염도 2.5% 동치미)보다 더 높은 산도를 보였으며 발효 25일차에는 GTa1(염도 0.3%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)이 대조구(염도 2.5% 동치미)과 유사한 산도를 보였다.

따라서 녹차의 첨가는 동치미의 발효를 연장시킬 수 있으며, 녹차의 첨가량이 많아질수록 발효 연장 효과가 좋고 특히, 녹차 70% EtOH 추출물이 일반 녹차보다 pH 및 산도의 변화를 더 효과적으로 억제함을 확인하였다.

Table 4. The pH of low-salt dongchimi with green tea.

sample \ day	pH						
	0day	3day	5day	10day	15day	20day	25day
GEa1	6.29±0.03^{lm}	6.02±0.00^{fg}	6.36±0.03^{gh}	6.06±0.00^{fghi}	3.71±0.01^{a}	4.50±0.30^{e}	4.30±0.00^{f}
GEa2	5.94±0.00^{fg}	6.47±0.08^{m}	6.21±0.00^{efg}	6.26±0.02^{i}	5.47±0.00^{ef}	5.30±0.01^{gh}	5.10±0.17^{l}
GEa3	5.12±0.01^{b}	6.26±0.01^{ijk}	6.26±0.01^{g}	6.11±0.01^{fghi}	6.01±0.02^{l}	6.00±0.01^{j}	5.71±0.02^{p}
GEb1	6.24±0.00^{l}	6.33±0.01^{kl}	6.31±0.01^{gh}	6.25±0.01^{i}	6.17±0.02^{m}	4.31±0.01^{cd}	4.20±0.00^{e}
GEb2	5.91±0.00^{f}	6.43±0.01^{lm}	6.22±0.00^{fg}	6.16±0.00^{ghi}	5.68±0.00^{hi}	5.61±0.00^{i}	5.41±0.01^{m}
GEb3	5.04±0.00^{a}	6.34±0.00^{kl}	6.22±0.00^{fg}	6.08±0.00^{fghi}	5.87±0.00^{j}	5.90±0.00^{j}	5.81±0.02^{q}
GEc1	6.06±0.00^{ij}	6.12±0.04^{hi}	6.08±0.04^{def}	5.94±0.02^{defg}	5.99±0.01^{kl}	4.42±0.01^{de}	4.32±0.02^{f}
GEc2	5.78±0.00^{e}	6.08±0.01^{gh}	5.98±0.00^{d}	5.93±0.02^{defg}	5.64±0.00^{hi}	5.62±0.02^{i}	5.50±0.01^{n}
GEc3	5.05±0.01^{ab}	5.97±0.01^{f}	6.04±0.00^{de}	5.9±0.02^{def}	5.66±0.02^{hi}	5.71±0.02^{i}	5.62±0.01^{o}
GTa1	5.79±0.00^{e}	6.04±0.04^{fgh}	6.19±0.00^{efg}	5.74±0.58^{de}	5.72±0.02^{i}	4.31±0.01^{cd}	3.91±0.01^{b}
GTa2	5.62±0.01^{d}	6.06±0.01^{fgh}	6.04±0.01^{de}	5.97±0.00^{efgh}	5.40±0.01^{e}	5.07±0.06^{f}	4.43±0.01^{g}
GTa3	5.39±0.13^{c}	6.07±0.01^{fgh}	6.45±0.36^{hi}	6.05±0.05^{fghi}	5.59±0.00^{gh}	5.41±0.01^{h}	4.91±0.02^{j}
GTb1	6.04±0.00^{ij}	6.18±0.00^{ij}	6.59±0.05^{ij}	5.73±0.10^{d}	5.71±0.04^{i}	4.41±0.02^{de}	4.01±0.02^{c}
GTb2	6.02±0.01^{hi}	6.02±0.03^{fgh}	6.21±0.00^{efg}	6.07±0.01^{fghi}	5.53±0.02^{fg}	5.17±0.21^{fg}	4.32±0.02^{f}
GTb3	6.08±0.00^{ij}	6.27±0.14^{ijk}	6.47±0.03^{hi}	6.12±0.02^{fghi}	5.70±0.00^{i}	5.41±0.02^{h}	4.73±0.02^{i}
GTc1	6.10±0.00^{jk}	5.82±0.01^{e}	6.05±0.06^{def}	5.89±0.02^{def}	5.91±0.10^{jk}	4.20±0.01^{c}	4.02±0.01^{c}
GTc2	5.95±0.03^{fgh}	5.81±0.01^{e}	6.18±0.01^{efg}	5.99±0.01^{fgh}	5.30±0.00^{d}	5.17±0.21^{fg}	4.52±0.01^{h}
GTc3	5.93±0.01^{f}	6.38±0.01^{lm}	6.72±0.27^{j}	6.21±0.09^{hi}	5.59±0.01^{gh}	5.31±0.02^{gh}	5.01±0.01^{k}
NAa1	6.01±0.00^{ghi}	4.85±0.01^{a}	4.66±0.01^{ab}	4.13±0.02^{b}	5.87±0.25^{j}	3.51±0.01^{a}	4.01±0.01^{c}
NAb2	6.35±0.00^{m}	5.54±0.04^{d}	4.99±0.01^{c}	4.38±0.01^{c}	3.95±0.01^{b}	3.40±0.00^{a}	4.12±0.01^{d}
NAc3	6.15±0.00^{K}	5.33±0.01^{c}	4.67±0.00^{b}	4.15±0.01^{b}	3.95±0.00^{b}	4.17±0.21^{c}	3.90±0.01^{b}
Control	6.45±0.01^{n}	5.13±0.00^{a}	4.51±0.00^{a}	3.9±0.02^{a}	4.16±0.00^{c}	3.81±0.01^{b}	3.71±0.01^{a}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

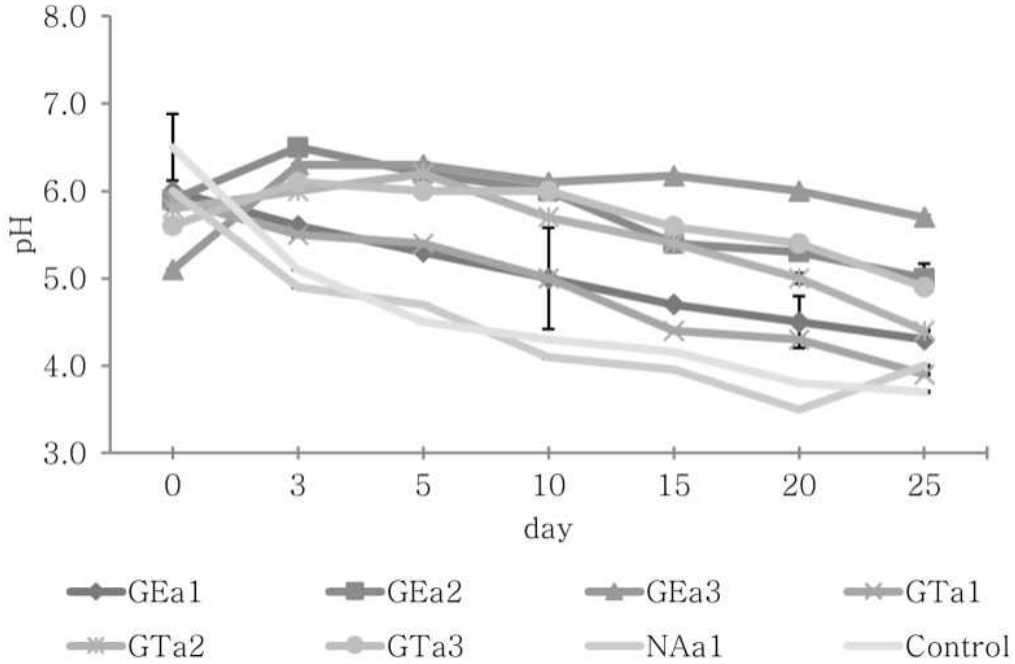


Figure 3. Change in pH during fermentation of 0.3% salinity Dongchimi according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAa1: 0.3% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

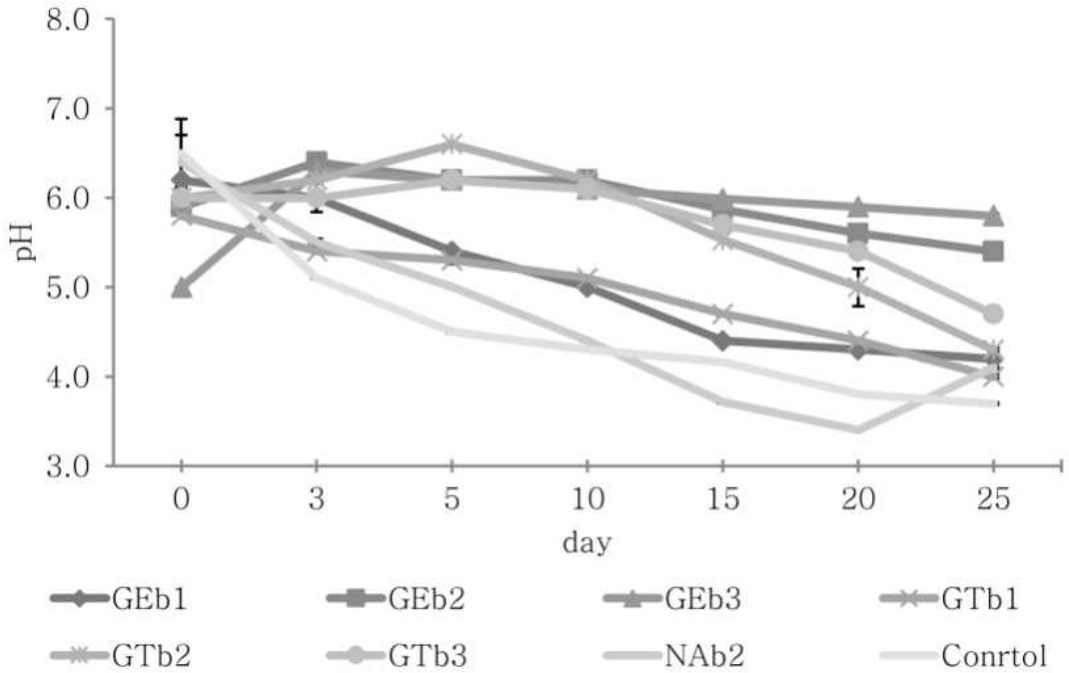


Figure 4. Change in pH during fermentation of 0.5% salinity Dongchimi according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1] GEb1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEb2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEb3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTb1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTb2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTb3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAb2: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

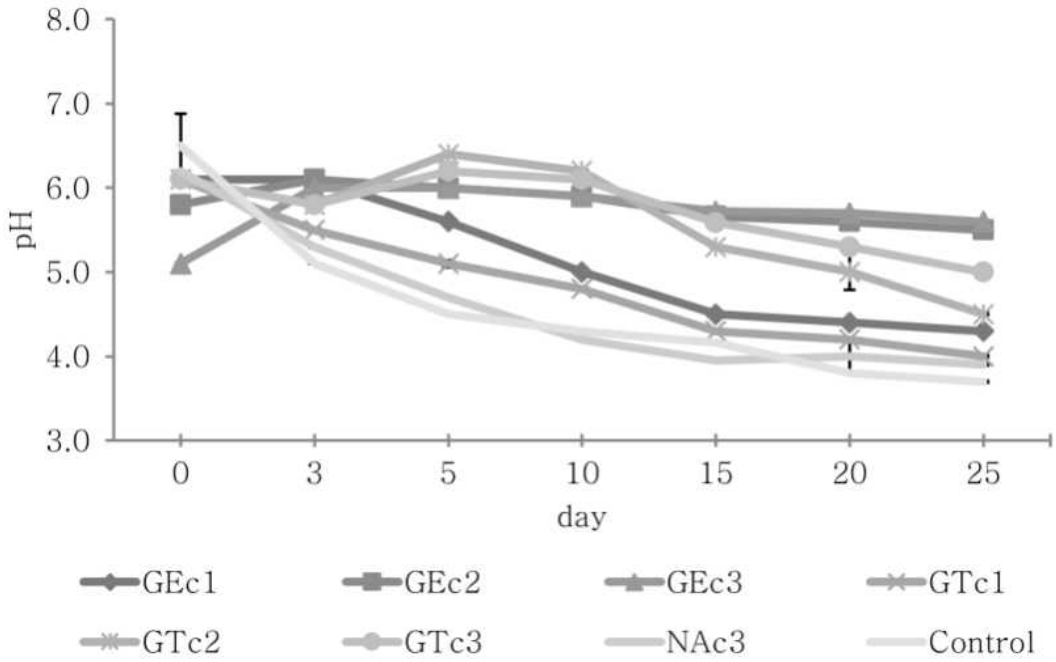


Figure 5. Change in pH during fermentation of 1% salinity Dongchimi according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1] GEc1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEc2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEc3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTc1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTc2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTc3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAc3: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

Table 5. Acidity of low-salt dongchimi with green tea.

sample \ day	Acidity(% as lactic acid)						
	0day	3day	5day	10day	15day	20day	25day
GEa1	0.02±0.01^{bc}	0.05±0.05^{a}	0.16±0.03^{a}	0.11±0.00^{a}	0.11±0.06^{a}	0.14±0.04^{ab}	0.16±0.12^{c}
GEa2	0.04±0.01^{abc}	0.09±0.00^{a}	0.11±0.09^{a}	0.11±0.05^{a}	0.11±0.00^{a}	0.12±0.09^{ab}	0.15±0.07^{c}
GEa3	0.04±0.04^{abc}	0.09±0.07^{a}	0.11±0.06^{a}	0.11±0.00^{a}	0.14±0.07^{a}	0.11±0.00^{b}	0.14±0.09^{c}
GEb1	0.05±0.04^{abc}	0.07±0.03^{a}	0.11±0.03^{a}	0.16±0.11^{a}	0.16±0.05^{a}	0.16±0.00^{ab}	0.18±0.07^{bc}
GEb2	0.02±0.00^{bc}	0.04±0.03^{a}	0.16±0.11^{a}	0.09±0.00^{a}	0.09±0.11^{a}	0.12±0.07^{ab}	0.14±0.04^{c}
GEb3	0.02±0.02^{bc}	0.04±0.00^{a}	0.17±0.08^{a}	0.09±0.09^{a}	0.16±0.10^{a}	0.14±0.03^{ab}	0.14±0.07^{c}
GEc1	0.05±0.00^{abc}	0.07±0.03^{a}	0.11±0.08^{a}	0.14±0.00^{a}	0.14±0.05^{a}	0.14±0.02^{ab}	0.16±0.07^{c}
GEc2	0.07±0.06^{ab}	0.09±0.05^{a}	0.11±0.10^{a}	0.11±0.08^{a}	0.11±0.11^{a}	0.14±0.06^{ab}	0.15±0.10^{c}
GEc3	0.05±0.00^{abc}	0.09±0.08^{a}	0.11±0.09^{a}	0.14±0.11^{a}	0.14±0.10^{a}	0.14±0.10^{ab}	0.14±0.07^{c}
GTa1	0.09±0.00^{a}	0.11±0.07^{a}	0.07±0.00^{a}	0.18±0.08^{a}	0.19±0.05^{a}	0.19±0.12^{ab}	0.21±0.12^{bc}
GTa2	0.08±0.07^{a}	0.11±0.09^{a}	0.07±0.03^{a}	0.19±0.09^{a}	0.19±0.08^{a}	0.19±0.01^{ab}	0.17±0.04^{bc}
GTa3	0.09±0.00^{a}	0.11±0.09^{a}	0.11±0.07^{a}	0.12±0.07^{a}	0.13±0.10^{a}	0.14±0.11^{ab}	0.19±0.07^{bc}
GTb1	0.07±0.00^{ab}	0.09±0.06^{a}	0.11±0.01^{a}	0.12±0.06^{a}	0.14±0.00^{a}	0.17±0.08^{ab}	0.21±0.12^{bc}
GTb2	0.05±0.00^{abc}	0.09±0.06^{a}	0.09±0.09^{a}	0.14±0.00^{a}	0.19±0.08^{a}	0.16±0.08^{ab}	0.19±0.11^{bc}
GTb3	0.07±0.06^{ab}	0.11±0.08^{a}	0.09±0.06^{a}	0.12±0.07^{a}	0.13±0.02^{a}	0.14±0.12^{ab}	0.16±0.10^{c}
GTc1	0.05±0.04^{abc}	0.07±0.05^{a}	0.07±0.03^{a}	0.17±0.12^{a}	0.14±0.07^{a}	0.20±0.10^{ab}	0.20±0.07^{bc}
GTc2	0.05±0.00^{abc}	0.09±0.09^{a}	0.09±0.02^{a}	0.13±0.03^{a}	0.16±0.01^{a}	0.18±0.10^{ab}	0.19±0.07^{bc}
GTc3	0.08±0.00^{a}	0.09±0.00^{a}	0.12±0.00^{a}	0.11±0.09^{a}	0.14±0.07^{a}	0.15±0.07^{ab}	0.16±0.06^{c}
NAa1	0.01±0.00^{c}	0.07±0.03^{a}	0.08±0.00^{a}	0.20±0.10^{a}	0.22±0.12^{a}	0.26±0.11^{ab}	0.45±0.03^{a}
NAb2	0.02±0.00^{bc}	0.05±0.00^{a}	0.09±0.01^{a}	0.21±0.04^{a}	0.23±0.07^{a}	0.27±0.12^{a}	0.39±0.06^{a}
NAc3	0.01±0.00^{c}	0.05±0.00^{a}	0.09±0.04^{a}	0.21±0.12^{a}	0.23±0.05^{a}	0.23±0.04^{ab}	0.32±0.01^{ab}
Control	0.01±0.00^{c}	0.03±0.01^{a}	0.14±0.00^{a}	0.14±0.05^{a}	0.16±0.08^{a}	0.14±0.04^{ab}	0.23±0.11^{bc}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

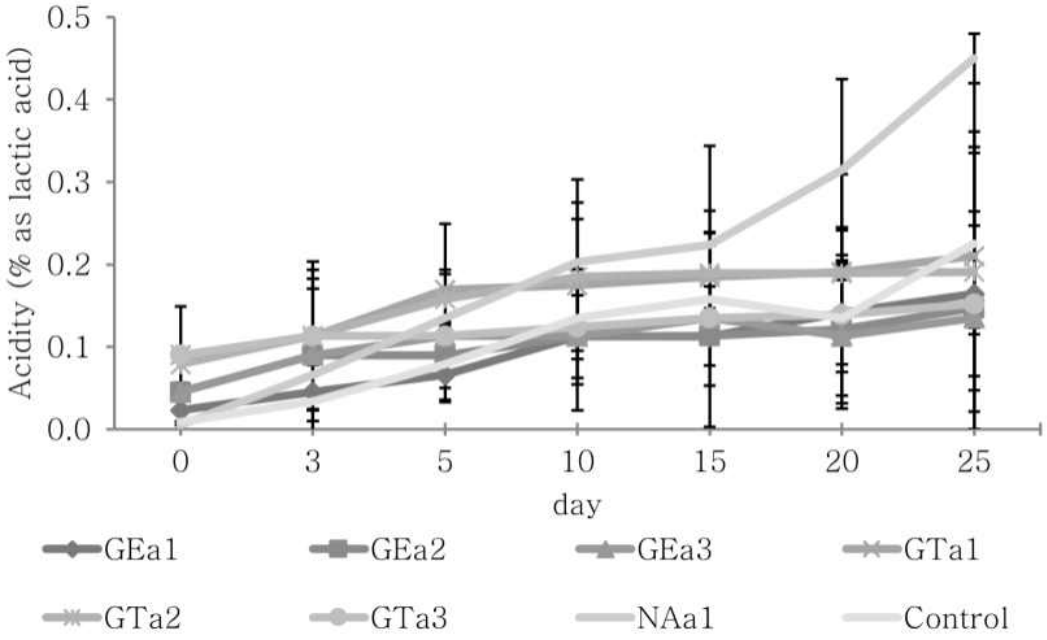


Figure 6. Changes in acidity depending on the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added during fermentation of 0.3% salinity Dongchimi.

[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAa1: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

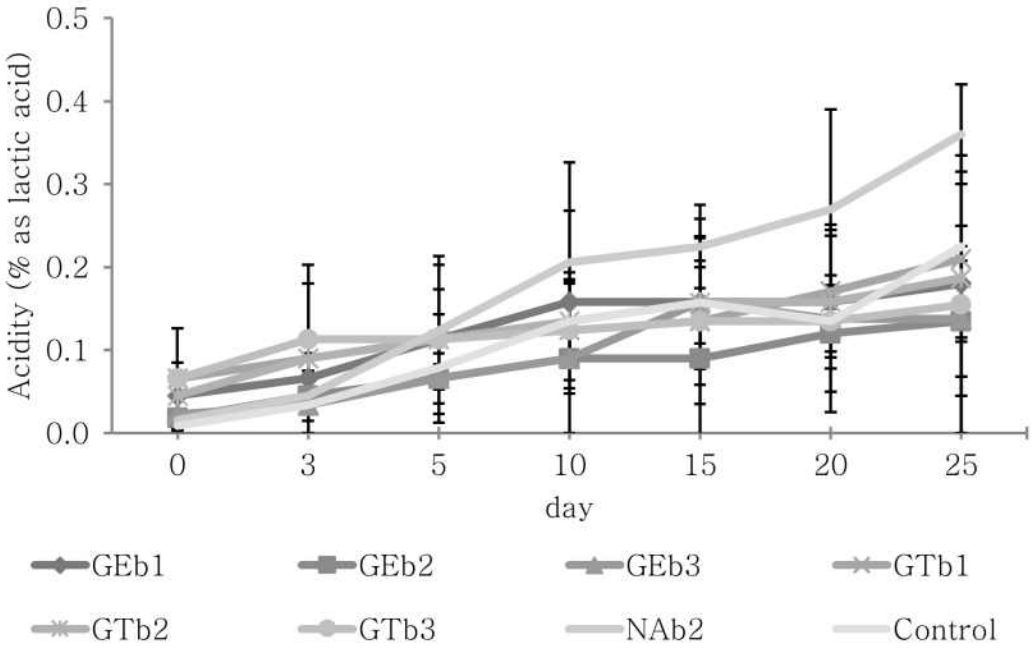


Figure 7. Changes in acidity depending on the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added during fermentation of 0.5% salinity Dongchimi.

[1] GEb1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEb2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEb3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTb1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTb2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTb3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAb2: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

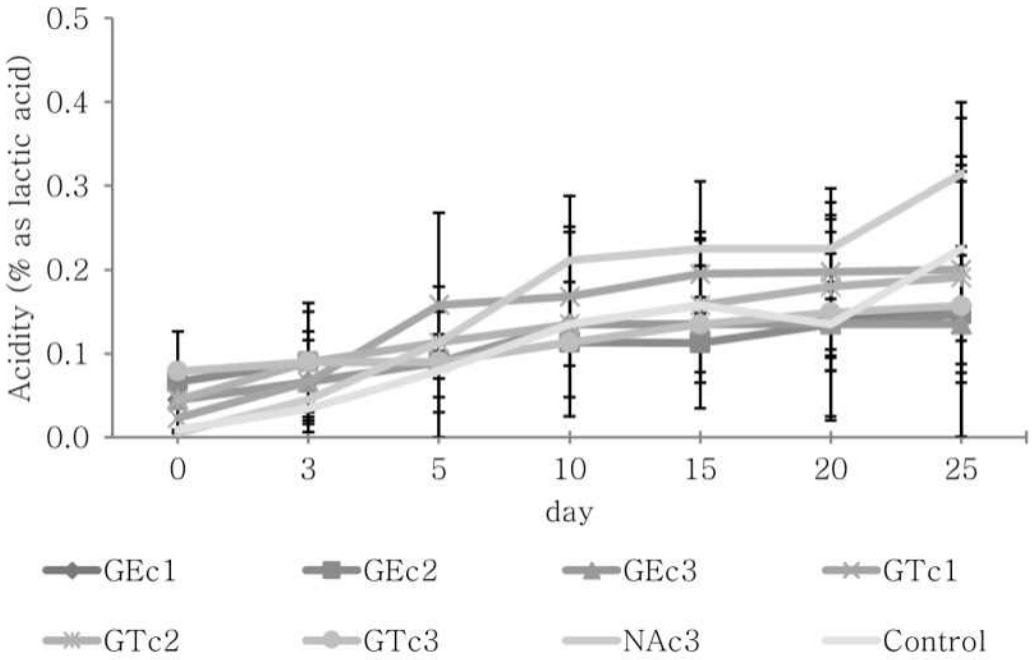


Figure 8. Changes in acidity depending on the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added during fermentation of 1% salinity Dongchimi.

[1] GEc1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEc2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEc3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTc1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTc2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTc3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAc3: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

4. 젖산균수 변화

녹차 70% EtOH 추출물과 일반 녹차를 첨가한 저염 동치미의 발효 기간 동안 젖산균수의 변화를 측정하여 동치미의 발효에 어떤 영향을 주는지 알아보았다.

그 결과(Table 6), 녹차를 첨가한 동치미들의 경우 발효 초반 젖산균의 생성이 억제되다가 후반에 비슷한 젖산균 수를 보였다(Figure 7-Figure 9). 녹차 첨가량이 많을수록 젖산균수 억제에 효과가 있고, 일반 녹차보다 녹차 70% EtOH 추출물이 젖산균의 생성을 더 억제하는 것을 확인되었다.

또한, 최대 젖산균수에 도달하는 시기는 모두 달랐는데, 대조구(염도 2.5% 동치미)은 5일, 무첨가 저염 동치미는 15일, 녹차 70% EtOH 추출물은 10일, 일반 녹차 첨가구은 20-25일에 최대 젖산균수를 나타낸 후 어느 정도 유지하였다. 녹차 70% EtOH 추출물은 10일에 최대 젖산균수를 보였지만 전체적으로 가장 젖산균수가 적어 젖산균를 가장 많이 억제하는 것을 알 수 있었다.

한편, 일반 녹차 첨가 동치미들의 경우 후반으로 갈수록 젖산균의 생성이 대조구(염도 2.5% 동치미)과 무첨가 저염 동치미에 비해 더 많아지는 것을 알 수 있었다.

따라서 녹차의 기능성 성분은 초기 젖산균 생성을 억제하여 초기 저장기간을 연장하는 효과를 제공함을 확인하였다. 특히, 녹차 70% EtOH 추출물은 일반 녹차보다 억제 효과가 더 뛰어난 것으로 나타났다. 그러나 일반 녹차는 발효 초반 젖산균의 생육을 억제하였으나, 후반부로 갈수록 젖산균 수가 더 많아졌다. 이는 녹차의 항균 효과가 약화되었거나, 발효 환경 변화로 인해 젖산균에게 유리한 조건이 조성된 것으로 추정된다.

또, 동치미의 특유의 시원한 맛과 탄산미를 유지하려면 발효 과정에서 젖산균이 필수적이므로, 전체 발효 기간 동안 녹차가 젖산균 생성을 과도하게 저해하지 않도록 첨가시기를 조절하는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 6. Lactobacillus count changes in low-salt dongchimi with green tea.

sample \ day	Lactobacillus(log CFU/mL)					
	0day	5day	10day	15day	20day	25day
GEa1	5.19±0.12^{a}	5.61±0.29^{bc}	5.61±0.7^{abc}	6.63±0.51^{ab}	6.13±0.52^{cdef}	6.48±0.51^{abc}
GEa2	3.48±0.34^{bc}	5.35±0.43^{c}	5.35±0.77^{abc}	6.32±1.47^{ab}	6.05±0.80^{cdef}	6.37±0.91^{bc}
GEa3	4.77±0.91^{a}	5.27±0.75^{c}	5.27±0.62^{bc}	5.88±0.70^{b}	6.05±0.24^{cdef}	6.06±1.44^{c}
GEb1	4.59±0.89^{ab}	4.95±1.15^{c}	4.95±0.92^{bc}	6.82±0.93^{ab}	6.00±0.62^{bcdef}	6.37±0.47^{bc}
GEb2	4.60±0.62^{ab}	5.41±1.60^{c}	5.41±0.43^{abc}	6.69±0.67^{ab}	6.10±0.91^{cdef}	6.32±0.60^{bc}
GEb3	4.42±0.17^{ab}	5.99±0.82^{bc}	5.99±0.98^{abc}	6.70±0.65^{ab}	5.80±0.80^{ef}	6.10±0.45^{c}
GEc1	4.92±0.02^{a}	6.27±0.35^{bc}	7.05±1.13^{ab}	6.32±0.38^{ab}	6.18±0.61^{bcdef}	6.49±0.90^{abc}
GEc2	4.52±0.51^{ab}	5.60±0.81^{bc}	7.02±1.26^{ab}	5.88±0.30^{b}	6.07±0.27^{cdef}	6.44±0.69^{bc}
GEc3	4.77±0.16^{a}	6.65±0.18^{abc}	6.99±0.92^{ab}	7.04±0.76^{ab}	5.49±1.22^{f}	6.32±0.93^{bc}
GTa1	4.98±0.51^{a}	5.53±1.17^{c}	7.03±1.05^{ab}	7.57±0.77^{ab}	8.71±0.23^{a}	8.03±0.23^{ab}
GTa2	4.52±0.25^{ab}	5.90±1.31^{bc}	6.93±0.71^{ab}	7.11±0.52^{ab}	7.41±0.59^{abcd}	7.85±1.24^{ab}
GTa3	4.77±0.22^{a}	5.48±0.40^{c}	6.88±1.20^{ab}	6.90±1.21^{ab}	7.28±0.79^{abcde}	8.21±0.86^{a}
GTb1	4.92±0.62^{a}	5.53±0.98^{c}	7.03±1.30^{ab}	7.48±0.72^{ab}	7.68±0.46^{a}	8.21±1.12^{a}
GTb2	4.52±1.17^{ab}	5.90±1.50^{bc}	6.93±1.32^{ab}	7.18±1.40^{ab}	7.58±0.57^{ab}	7.86±0.89^{ab}
GTb3	4.77±0.47^{a}	5.48±1.11^{c}	6.88±0.51^{ab}	7.02±0.89^{ab}	7.53±1.34^{abc}	7.87±0.92^{ab}
GTc1	5.14±0.38^{a}	6.27±0.42^{bc}	7.17±0.18^{a}	7.71±0.95^{a}	7.71±0.98^{a}	7.76±0.75^{abc}
GTc2	3.93±0.54^{abc}	5.6±1.28^{bc}	6.20±0.91^{abc}	7.11±0.70^{ab}	7.59±0.77^{ab}	7.64±0.69^{abc}
GTc3	3.18±0.94^{c}	6.65±0.94^{abc}	6.37±0.95^{abc}	6.88±1.07^{ab}	7.49±1.35^{abcd}	7.40±0.74^{abc}
NAa1	4.75±0.35^{a}	6.65±0.66^{abc}	7.22±0.75^{a}	7.72±1.29^{a}	6.02±0.84^{cdef}	7.01±1.15^{abc}
NAb2	5.10±0.84^{a}	7.35±0.36^{ab}	6.98±0.96^{ab}	7.70±0.90^{a}	6.02±0.57^{def}	7.01±1.18^{abc}
NAc3	4.47±1.31^{ab}	6.42±0.24^{abc}	6.42±1.2^{abc}	7.68±1.07^{a}	6.06±0.66^{cdef}	7.01±1.12^{abc}
Control	3.48±0.45^{bc}	8.02±0.79^{a}	6.62±0.83^{abc}	7.50±0.16^{ab}	5.98±0.45^{def}	6.74±0.45^{abc}

[1] Means±SD
[2] a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

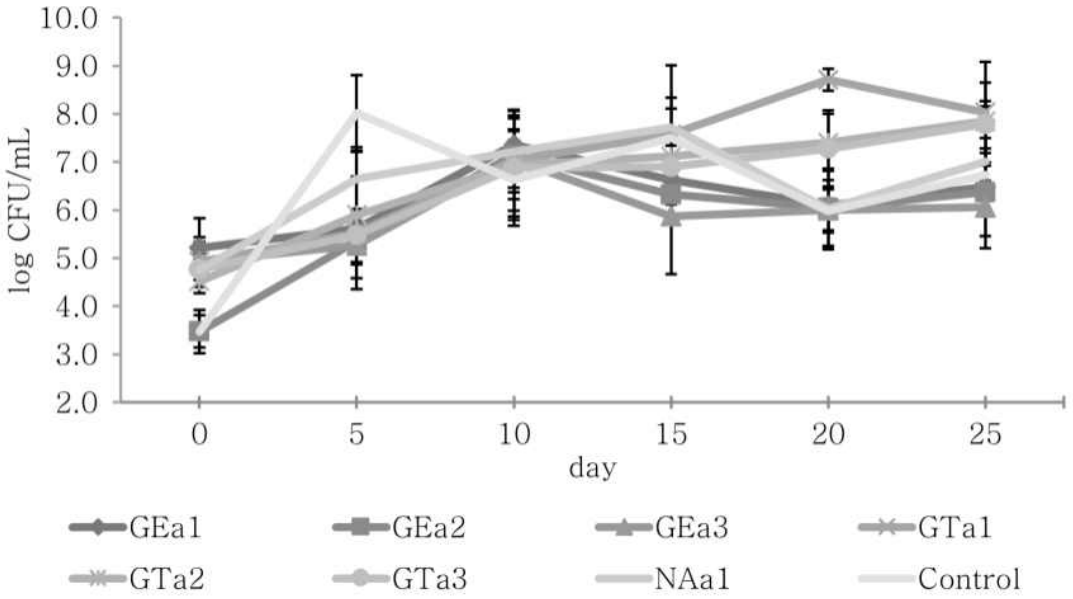


Figure 9. Change in pH during fermentation of 0.5% salinity Dongchimi according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAa1: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

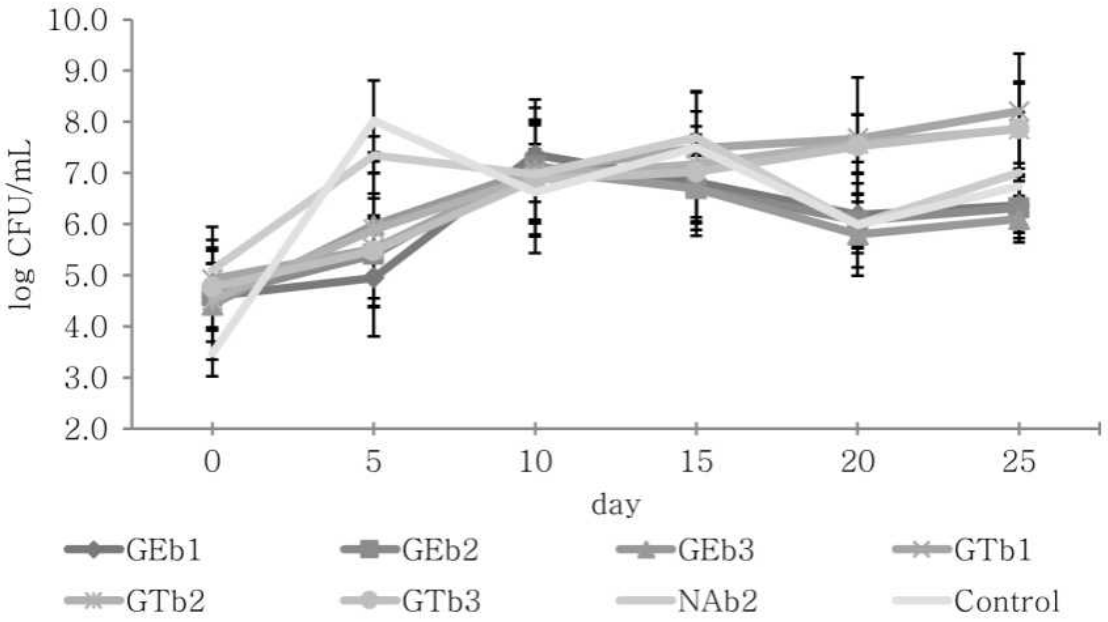


Figure 10. Change in pH during fermentation of 0.5% salinity Dongchimi according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1] GEb1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEb2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEb3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTb1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTb2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTb3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAb2: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

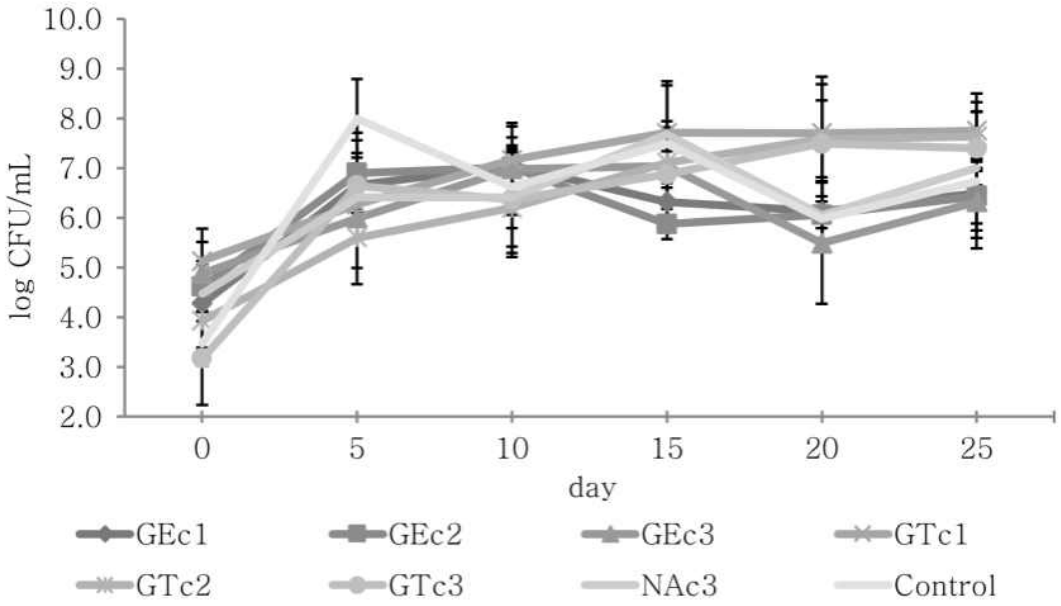


Figure 11. Change in pH during fermentation of 1% salinity Dongchimi[1)] according to the concentration of 70% EtoH green tea extract and green tea added.

[1)] GEc1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEc2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEc3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTc1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTc2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTc3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAc3: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

5. 효모수 변화

녹차 70% EtOH 추출물과 일반 녹차를 첨가한 저염 동치미의 발효 기간 동안 효모수의 변화를 측정하고 발효 후반에 생성되는 산막효모들을 억제할 수 있을지 알아보기 위해 효모수의 변화를 측정하였다.

그 결과(Table 7), 대조구(염도 2.5% 동치미)와 무첨가 저염 동치미는 효모수는 초기에 6-8 log CFU/mL정도였다가 후반으로 갈수록 상승하였는데 70% EtOH 녹차 추출물과 일반 녹차를 첨가한 저염 동치미의 경우 후반으로 갈수록 감소하는 경향을 보였다(Figure 10-12).

녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 발효 초기에도 효모수를 억제하는 것을 알 수 있었는데 이는 녹차 70% EtOH 추출물 기능성 성분들이 더 많이 들어있어 발효 초기부터 효모를 억제한 결과로 해석될 수 있다.

일반 녹차 첨가구는 발효 초기에는 대조구(염도 2.5% 동치미)과 무첨가 저염 동치미와 비슷한 효모 수를 보였으나, 발효 후반으로 갈수록 효모 수가 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 발효 초기에 녹차 속 기능성 성분이 충분히 용출되지 않다가, 발효 후반에 이르러 충분히 용출된 것에 기인한 것으로 판단된다.

따라서 녹차의 첨가는 효모의 생성을 억제하고 특히, 일반 녹차 첨가는 발효 초반에 동치미의 발효를 돕는 효모들은 억제하지 않고 후반에 발생하는 산막효모의 생성을 억제하는데 효과적일 것으로 예상된다.

Table 7. Changes in Yeast Count in Low-Salt Dongchimi.

sample \ day	Yeast(log CFU/mL)		
	7day	14day	21day
GEa1	6.65±0.15^{abcd}	6.10±0.92^{a}	5.98±0.82^{bc}
GEa2	5.27±0.15^{f}	6.02±0.63^{a}	5.81±0.44^{bc}
GEa3	6.10±0.53^{ef}	5.73±0.94^{a}	5.59±0.83^{bcd}
GEb1	6.10±0.85^{ef}	5.93±1.01^{a}	5.71±0.39^{bc}
GEb2	6.14±0.03^{ef}	5.71±1.73^{a}	5.21±0.21^{bcd}
GEb3	6.41±0.01^{bcde}	5.18±1.57^{a}	4.16±0.22^{d}
GEc1	6.40±0.01^{bcde}	6.11±1.76^{a}	5.99±0.90^{bc}
GEc2	6.30±0.02^{cde}	5.43±1.00^{a}	5.15±0.77^{bcd}
GEc3	6.95±0.44^{abcd}	5.24±1.30^{a}	4.16±0.57^{d}
GTa1	7.31±0.80^{abcd}	5.81±0.99^{a}	5.66±0.63^{bc}
GTa2	7.31±0.44^{abcd}	5.60±0.62^{a}	5.20±0.44^{bcd}
GTa3	7.46±0.57^{abcd}	5.31±0.64^{a}	5.12±0.87^{cd}
GTb1	7.39±0.63^{abcd}	6.44±0.88^{a}	6.09±0.59^{bc}
GTb2	7.74±0.42^{ab}	5.72±0.62^{a}	5.25±1.07^{bcd}
GTb3	7.60±1.00^{abc}	5.29±0.93^{a}	5.01±0.44^{cd}
GTc1	7.10±1.16^{abcd}	6.44±1.19^{a}	6.25±0.46^{b}
GTc2	7.85±0.16^{a}	6.38±1.00^{a}	5.00±0.65^{bc}
GTc3	7.27±0.31^{abcd}	5.74±1.18^{a}	5.66±0.24^{bc}
NAa1	7.07±0.18^{abcd}	7.26±0.96^{a}	8.26±0.09^{a}
NAb2	6.82±0.91^{abcd}	7.21±0.31^{a}	8.25±0.08^{a}
NAc3	6.97±1.70^{abcd}	7.19±0.70^{a}	8.16±0.10^{a}
Control	7.22±1.05^{abcd}	7.05±0.45^{a}	8.15±0.08^{a}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

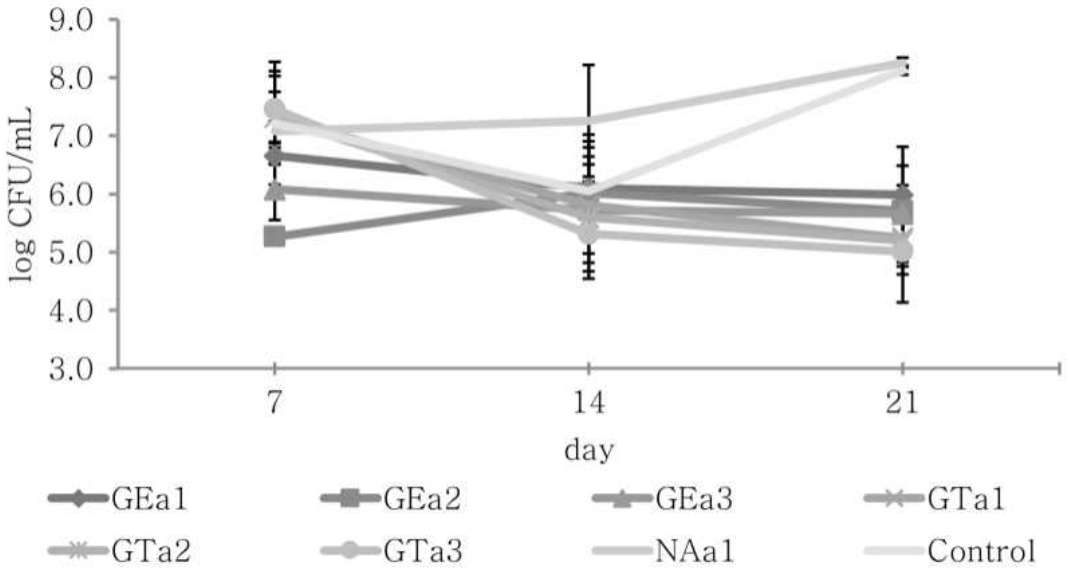


Figure 12. Change in yeast number according to the concentration of green tea added during fermentation of EtoH green tea extract at 70% concentration and salinity at 0.3% Dongchimi.

[1] GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAa1: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

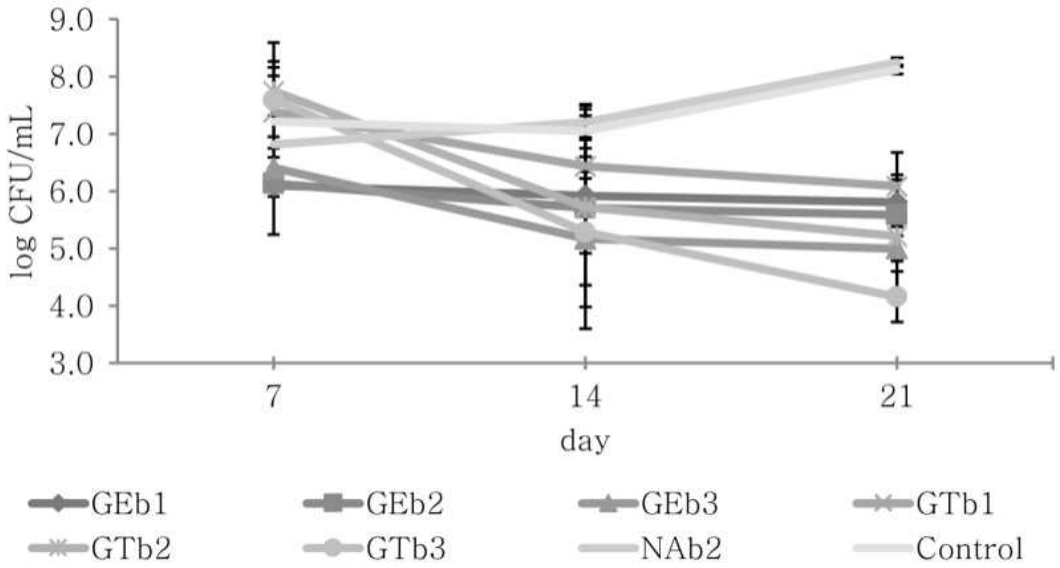
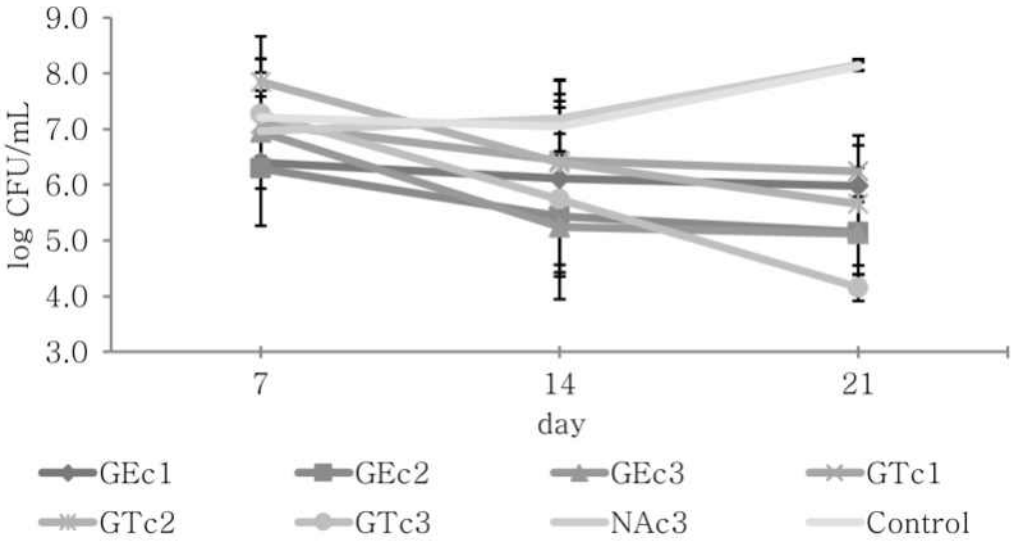


Figure 13. Change in yeast number according to the concentration of green tea added during fermentation of EtoH green tea extract at 70% concentration and salinity at 0.5% Dongchimi.

[1] GEb1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEb2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEb3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTb1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTb2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTb3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAb2: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration



Figuer 14. Change in yeast number according to the concentration of green tea added during fermentation of EtoH green tea extract at 70% concentration and salinity at 1% Dongchimi.

[1] GEc1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract
GEc2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract
GEc3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%) green tea extract
GTc1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea
GTc2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea
GTc3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea
NAc3: 0.5% salt concentration, no additives
Control: 2.5% salt concentration

6. 관능평가

녹차 70% EtOH 추출물과 일반 녹차를 첨가함으로써 저염 동치미의 관능적 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 관능평가를 실시하였다.

동치미 시료에 대한 색 및 탁도, 냄새, 짠맛, 신맛, 전체적인 기호도에 대한 관능평가 결과는 Table 8-Table 10과 같다.

색 및 탁도에 대한 관능평가 결과, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구와 일반 녹차 첨가구 동치미 대부분은 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)에 비해 낮은 평가를 받았다. 이는 녹차의 첨가량이 많아짐에 따라 동치미의 본연의 색이 흐려진 것으로 판단된다.

냄새에 대한 관능평가 결과, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구는 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)에 비해 전반적으로 낮은 평가를 받았다. 반면, 일반 녹차 첨가구는 발효 중후반부로 갈수록 상대적으로 긍정적인 평가를 받는 경향을 보였다. 특히, GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)가 21일차에 5.67±0.98로 NAc3(염도 1% 무첨가 저염 동치미)와 유의적인 차이가 없었다.

짠맛에 대한 관능평가 결과, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구에서 쓴맛이 강해 낮은 평가를 받았고 GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)은 21일차에 대조구(염도 2.5% 동치미)과 유의적인 차이가 없었다. 후반으로 갈수록 좋은 평가를 받았는데 일반 녹차 첨가구에서 소금 농도가 높고 일반 녹차 첨가량이 낮을수록 좋은 평가를 받았다.

쓴맛에 대한 관능평가 결과, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 '너무 쓰다'는 평가를 받았고 일반 녹차 첨가구들이 중후반으로 갈수록 좋은 평가를 받았다. GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)들이 대조구(염도 2.5% 동치미)과 무첨가 저염 동치미 다음으로 좋은 평가를 받았다. 소금 농도가 높아질수록 일반 녹차 첨가량이 낮을수록 좋은 평가를 받았다.

전체적인 기호도에 대한 관능평가 결과, 녹차를 첨가한 동치미보다는 대조구(염도 2.5% 동치미)의 평가가 전반적으로 가장 좋게 나타났다. 무첨가 저염 동치미

가 14일까지는 좋은 평가를 받았지만 21일 차에 GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)이 6.13±0.74으로 대조구(염도 2.5% 동치미) 다음으로 평가가 좋았고, GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)가 4.73±1.10로 세 번째인 NAc3(염도 1%, 무첨가 저염 동치미)와 유의적인 차이를 보이지 않았다.

따라서 일반 녹차 첨가구의 경우 발효 초반, 무첨가 저염 동치미보다 관능적으로 떨어졌으나 후반으로 갈수록 GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)은 과발효 되는 저염 동치미에 비해 시간이 지남에 따라 관능적으로 우수해지는 것을 확인할 수 있었다.

한편, 녹차 70% EtOH 녹차 추출물 첨가구은 너무 쓰다는 평가가 많아 전체적으로 좋지 않은 평가를 받았다. 또 색 및 탁도에서 녹차 첨가구는 전반적으로 좋지 않은 평가를 받았다. 따라서 녹차 70% EtOH 녹차 추출물과 일반 녹차의 첨가량을 줄이는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 8. Effect of Green Tea on the Sensory Quality of Low-Sodium Dongchimi on the 7th day.

sample \ day	Sensory Quality				
	Turbidity	Smell	Salty	Acerbity	Preference
GEa1	3.20±0.94^{bc}	3.20±0.94^{bc}	3.47±1.06^{bcdef}	2.53±0.83^{fghi}	2.73±0.80^{fghi}
GEa2	2.20±1.08^{ef}	2.20±1.08^{ef}	2.53±0.92^{ghi}	2.53±0.64^{fghi}	2.00±0.65^{ijk}
GEa3	1.13±0.35^{g}	1.13±0.35^{g}	1.40±0.51^{jk}	1.07±0.26^{j}	1.40±0.51^{k}
GEb1	2.80±0.77^{bcde}	2.80±0.77^{bcde}	2.87±1.36^{efgh}	2.53±0.74^{fghi}	2.53±0.74^{ghi}
GEb2	2.13±0.92^{ef}	2.13±0.92^{ef}	2.47±1.13^{ghi}	2.13±0.83^{hi}	2.33±0.72^{hij}
GEb3	1.07±0.26^{g}	1.07±0.26^{g}	1.33±0.49^{k}	1.07±0.26^{j}	1.47±0.52^{k}
GEc1	3.33±0.90^{b}	3.33±0.90^{b}	3.93±1.28^{bcd}	2.80±1.01^{fgh}	3.33±0.90^{def}
GEc2	2.27±0.70^{def}	2.27±0.70^{def}	3.07±1.28^{defgh}	2.20±0.77^{ghi}	2.27±0.80^{hij}
GEc3	1.60±0.63^{fg}	1.60±0.63^{fg}	1.93±0.80^{ijk}	1.67±0.49^{ij}	1.67±0.49^{ik}
GTa1	3.13±0.92^{bc}	3.13±0.92^{bc}	2.87±0.99^{efgh}	2.87±1.51^{efgh}	3.27±0.70^{defg}
GTa2	2.13±0.92^{ef}	2.13±0.92^{ef}	2.80±0.68^{fghi}	3.27±1.28^{def}	2.27±0.59^{hij}
GTa3	3.07±1.03^{bcd}	3.07±1.03^{bcd}	3.80±1.15^{bcd}	3.87±1.41^{d}	3.47±0.99^{cde}
GTb1	2.80±0.68^{bcde}	2.80±0.68^{bcde}	2.33±0.98^{ghi}	3.27±1.44^{def}	2.53±0.83^{ghi}
GTb2	2.67±0.90^{bcde}	2.67±0.90^{bcde}	2.20±0.86^{hij}	3.13±1.19^{defg}	2.27±0.96^{hij}
GTb3	2.47±1.06^{cde}	2.47±1.06^{cde}	2.67±0.72^{fghi}	3.8±1.61^{de}	2.33±0.82^{hij}
GTc1	2.67±1.05^{bcde}	2.67±1.05^{bcde}	3.13±0.83^{cdefg}	3.87±1.41^{d}	2.67±0.90^{fghi}
GTc2	3.07±0.88^{bcd}	3.07±0.88^{bcd}	2.6±0.99^{fghi}	3.47±1.25^{def}	2.47±0.83^{hi}
GTc3	3.47±1.51^{b}	3.47±1.51^{b}	3.73±1.03^{bcde}	3.00±1.36^{defgh}	3.00±1.31^{efgh}
NAa1	5.07±1.22^{a}	5.07±1.22^{a}	4.07±1.71^{b}	4.87±1.64^{c}	4.13±1.19^{abc}
NAb2	5.33±1.29^{a}	5.33±1.29^{a}	4.33±1.63^{ab}	5.93±1.33^{ab}	4.29±1.33^{ab}
NAc3	5.13±1.41^{a}	5.13±1.41^{a}	4.00±0.93^{bc}	5.13±1.51^{bc}	3.93±1.03^{bcd}
Control	5.60±1.45^{a}	5.60±1.45^{a}	5.00±1.41^{a}	6.33±0.90^{a}	4.67±1.50^{a}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

Table 9. Effect of Green Tea on the Sensory Quality of Low-Sodium Dongchimi on the 14th day.

sample \ day	Sensory Quality				
	Turbidity	Smell	Salty	Acerbity	Preference
GEa1	2.53±0.64^{ij}	2.60±0.74^{efg}	2.53±0.52^{efg}	2.53±0.52^{efg}	2.33±0.62^{efg}
GEa2	2.60±0.51^{ij}	2.53±0.52^{efg}	2.27±0.70^{gh}	2.27±0.70^{gh}	2.07±0.59^{fgh}
GEa3	1.33±0.49^{K}	1.20±0.56^{j}	1.00±0.00^{j}	1.00±0.00^{j}	1.07±0.26^{j}
GEb1	2.73±1.03^{i}	2.73±0.88^{ef}	2.93±0.70^{efg}	2.93±0.70^{efg}	2.67±0.49^{e}
GEb2	2.33±0.82^{ij}	2.33±1.05^{fgh}	2.27±0.70^{gh}	2.27±0.70^{gh}	2.13±0.35^{fgh}
GEb3	1.07±0.26^{K}	1.93±0.46^{hi}	1.00±0.00^{j}	1.00±0.00^{j}	1.07±0.26^{j}
GEc1	2.00±0.00^{J}	1.80±0.86^{hi}	2.40±0.63^{fgh}	2.40±0.63^{fgh}	1.87±0.26^{gh}
GEc2	1.47±0.64^{K}	2.13±0.74^{gh}	1.40±0.74^{ij}	1.40±0.74^{ij}	1.33±0.49^{ij}
GEc3	1.13±0.35^{K}	1.47±0.74^{ij}	1.00±0.00^{j}	1.00±0.00^{j}	1.33±0.49^{ij}
GTa1	3.73±0.80^{fg}	4.13±0.74^{cd}	3.00±0.85^{ef}	3.00±0.85^{ef}	2.47±0.52^{ef}
GTa2	3.6±0.74^{gh}	4.13±0.74^{cd}	2.80±0.68^{efg}	2.80±0.68^{efg}	1.93±0.59^{gh}
GTa3	2.33±0.62^{ij}	4.40±0.51^{bc}	2.67±0.90^{efg}	2.67±0.90^{efg}	3.60±0.99^{d}
GTb1	4.00±0.76^{def}	3.00±0.85^{e}	4.27±0.80^{c}	4.27±0.80^{c}	3.60±0.74^{d}
GTb2	3.20±1.15^{hi}	4.47±0.52^{bc}	3.20±0.86^{de}	3.20±0.86^{de}	1.80±0.41^{hi}
GTb3	2.47±0.83^{ij}	3.60±0.74^{d}	1.87±0.74^{hi}	1.87±0.74^{hi}	4.93±0.80^{b}
GTc1	4.60±0.99^{c}	4.73±1.16^{b}	5.27±0.80^{b}	5.27±0.80^{b}	4.80±0.68^{b}
GTc2	4.33±0.72^{cd}	3.93±0.59^{cd}	3.67±1.23^{d}	3.67±1.23^{d}	4.13±0.74^{c}
GTc3	4.27±0.59^{cde}	2.60±0.74^{efg}	1.60±0.74^{ij}	1.60±0.74^{ij}	2.27±0.80^{efgh}
NAa1	5.33±0.82^{b}	6.47±0.52^{a}	6.33±0.49^{a}	6.33±0.49^{a}	4.87±0.83^{b}
NAb2	5.80±0.68^{ab}	6.53±0.52^{a}	6.60±0.51^{a}	6.60±0.51^{a}	5.60±0.63^{a}
NAc3	6.13±0.74^{a}	6.40±0.74^{a}	6.20±2.11^{a}	6.20±2.11^{a}	5.93±0.70^{a}
Control	5.73±0.80^{ab}	6.47±0.64^{a}	6.67±0.72^{a}	6.67±0.72^{a}	6.00±0.65^{a}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

Table 10. Effect of Green Tea on the Sensory Quality of Low-Sodium Dongchimi on the 21th day.

sample \ day	Sensory Quality				
	Turbidity	Smell	Salty	Acerbity	Preference
GEa1	2.80±0.68^{g}	2.67±0.72^{e}	2.33±0.62^{fgh}	2.80±0.68^{fg}	4.07±1.67^{e}
GEa2	2.87±0.74^{fg}	2.47±0.52^{ef}	2.00±0.65^{fgh}	2.33±0.62^{g}	2.13±0.50^{hij}
GEa3	1.40±0.51^{ijk}	1.13±0.35^{i}	1.47±0.64^{gh}	1.00±0.00^{h}	1.07±0.26^{k}
GEb1	2.60±0.99^{gh}	2.53±0.92^{ef}	2.47±0.74^{fgh}	2.67±0.82^{fg}	2.67±0.62^{gh}
GEb2	2.07±0.88^{hi}	2.20±0.86^{efg}	2.73±0.70^{fg}	2.33±0.72^{g}	2.20±0.56^{hi}
GEb3	1.20±0.41^{jk}	1.73±0.59^{gh}	1.13±0.35^{h}	1.13±0.35^{h}	1.07±0.26^{k}
GEc1	1.87±0.35^{ij}	1.93±0.88^{fgh}	2.87±0.83^{efg}	2.67±0.82^{fg}	2.07±0.59^{ij}
GEc2	1.73±0.59^{ijk}	2.27±0.59^{efg}	2.60±0.63^{fgh}	1.40±0.63^{h}	1.6±0.63^{jk}
GEc3	1.07±0.26^{k}	1.53±0.52^{hi}	1.47±0.64^{gh}	1.53±0.52^{h}	1.27±0.46^{k}
GTa1	4.00±0.85^{cd}	4.07±0.80^{cd}	2.20±0.77^{fgh}	3.73±080^{e}	2.80±0.68^{g}
GTa2	3.40±0.74^{def}	4.00±0.76^{d}	2.4±0.74^{fgh}	2.73±0.59^{fg}	2.67±0.49^{gh}
GTa3	2.20±0.56^{hi}	2.27±0.70^{efg}	4.27±7.72^{cde}	2.80±0.56^{fg}	2.67±0.49^{gh}
GTb1	3.00±0.76^{efg}	4.07±1.16^{cd}	4.53±0.64^{cd}	5.07±0.88^{d}	4.73±1.10^{cd}
GTb2	3.93±0.70^{cd}	3.53±0.64^{d}	3.53±1.13^{cdef}	3.00±0.93^{f}	3.93±0.46^{ef}
GTb3	2.13±0.92^{hi}	2.47±0.64^{ef}	2.93±1.13^{efg}	1.47±0.52^{h}	1.93±0.59^{ij}
GTc1	4.33±1.11^{c}	5.67±0.98^{b}	6.27±0.80^{ab}	5.73±1.03^{c}	6.13±0.74^{b}
GTc2	3.60±1.18^{d}	3.87±0.74^{d}	5.00±0.85^{bc}	4.00±0.85^{e}	3.87±0.83^{ef}
GTc3	3.53±1.06^{de}	2.13±0.64^{efg}	3.20±1.08^{def}	1.47±0.74^{h}	1.87±0.83^{ij}
NAa1	5.27±0.70^{b}	4.60±0.74^{c}	5.00±0.85^{bc}	6.47±0.52^{b}	3.47±0.52^{f}
NAb2	5.27±0.70^{b}	4.60±0.74^{c}	5.00±0.85^{bc}	6.93±0.26^{ab}	4.27±0.70^{de}
NAc3	5.47±0.52^{ab}	5.60±0.74^{b}	6.00±0.93^{ab}	6.80±0.41^{ab}	5.00±0.76^{c}
Control	6.00±0.85^{a}	6.60±0.63^{a}	6.60±0.74^{a}	7.00±0.00^{a}	6.67±0.49^{a}

1) Means±SD
2) a-f: Means with the same superscript in a column are significantly different at $p<0.05$
1) GEa1: 0.3% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEa2: 0.3% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEa3: 0.3% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEb1: 0.5% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEb2: 0.5% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEb3: 0.5% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GEc1: 1% salt concentration, 4 g(0.5%) green tea extract;GEc2: 1% salt concentration, 8 g(1%) green tea extract;GEc3: 1% salt concentration, 24 g(3%)green tea extract;GTa1: 0.3% salt concentration, 28.5 g green tea;GTa2: 0.3% salt concentration, 57 g green tea;GTa3: 0.3% salt concentration, 171 g green tea;GTb1: 0.5% salt concentration, 28.5 g green tea;GTb2: 0.5% salt concentration, 57 g green tea;GTb3: 0.5% salt concentration, 171 g green tea;GTc1: 1% salt concentration, 28.5 g green tea;GTc2: 1% salt concentration, 57 g green tea;GTc3: 1% salt concentration, 171 g green tea;NAa1: 0.3% salt concentration, no additives;NAb2: 0.5% salt concentration, no additives;NAc3: 1% salt concentration, no additives;Control: 2.5% salt concentration

제4장 결 론

본 연구는 항균물질을 저염 동치미에 첨가하여 저장성을 연장하는 것을 목적으로 하여 염도를 낮추면서 저장성을 확보하고 맛을 해치지 않는 최적의 제조 방법을 찾기 위한 실험 결과는 다음과 같다.

녹차, 매실, cardamom 추출물과 자몽 종자 추출물(GSE)을 paper disc 실험으로 항균 활성을 비교한 결과, 녹차 70% EtOH 추출물이 젖산균(*Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides*)에 대해 가장 강한 항균 효과를 나타냈다. 또한, 산막효모(*Candida sake*)에 대해서도 일정 수준의 항균 효과를 보였으나, *Pichia kluyveri*에 대해서는 효과가 제한적이었다. 매실 70% EtOH 추출물은 *Candida sake*에서 강한 항균 효과를 나타냈으나 젖산균에 대한 억제 효과는 미미하였다. cardamom 추출물은 실험된 모든 균주에서 항균 활성을 보이지 않았다. 따라서 본 연구에서는 젖산균 억제와 일부 산막효모 제어가 가능한 녹차 70% EtOH 추출물을 선정하여 실험을 진행하였다.

다음으로 pH의 경우, 대조구(염도 2.5% 동치미)이 가장 먼저 최적 pH(3.9±1)에 도달하였고 발효 25일차에 GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)과 GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)이 최적 pH에 도달하였다. 특히, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구는 일반 녹차 첨가구 보다 느리게 감소하였고 전반적으로 녹차의 첨가량이 많아질수록 더 느리게 도달하였다.

산도의 경우, 후반으로 갈수록 전반적으로 상승했고 무첨가 저염 동치미는 발효가 진행될수록 가장 빠르게 상승하여 산도가 제일 높았다. 그 이유는 소금 함량이 낮아 다른 미생물이 생성되어서 빠르게 산이 생성된 것으로 예상된다. 또 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구는 일반 녹차 첨가구에 비해 느리게 상승되었고 녹차의 첨가량이 많아질수록 더 느리게 상승하였다.

젖산균수의 경우 무첨가 저염 동치미, 대조구(염도 2.5% 동치미)은 발효 초기에 빠르게 생성되어 줄어들었다가 다시 상승과 하락을 반복하며 완만하게 유지되었는데, 일반 녹차 첨가구, 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 발효 초기에 급격히 상승하지 않고 서서히 상승되어 17-25일차부터 최대치에 도달하여 무첨가

저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)에 비해 젖산균의 초기 생육이 억제되었다. 하지만 일반 녹차 첨가구이 경우 후반에 무첨가 저염 동치미와 대조구(염도 2.5% 동치미)보다 더 많은 젖산균수이 생성되었는데 이는 녹차의 항균 효과가 약화되었거나, 발효 환경 변화로 인해 젖산균에게 유리한 조건이 조성된 것으로 추정된다.

효모수의 경우, 무첨가 저염 동치미, 대조구(염도 2.5% 동치미)은 발효 초기 6-8 log CFU/mL 정도로 시간이 지날수록 상승하였는데, 일반 녹차 첨가구와 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 시간이 지날수록 녹차 첨가량이 증가할수록 효모의 생성이 억제되는 것이 확인하였다. 일반 녹차 첨가구의 경우 발효초기에는 무첨가 저염 동치미, 대조구(염도 2.5% 동치미)과 비슷한 효모수를 가졌다가 후반으로 갈수록 빠르게 감소하였다. 그 이유는 초반에 녹차의 기능성 성분이 충분히 용출되지 않다가 후반으로 갈수록 더 많은 용출이 일어나 효모수를 감소시킨 것으로 예상된다. 반면 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 초반부터 효모수를 억제하였는데 이는 일반 녹차 첨가구에 비해 기능성 성분을 더 많이 함유하고 있기 때문으로 예상된다.

관능평가 결과의 경우, 대조구(염도 2.5% 동치미)의 관능평가가 전반적으로 가장 좋았고 무첨가 저염 동치미의 경우 중반까지는 좋은 평가를 받다가 후반에 과발효가 되어 낮은 평가를 받았다. 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구의 경우 쓴맛이 강해 시간이 지나도 전반적인 관능평가에서 낮은 점수를 받았고, 일반 녹차 첨가구의 경우 초반에는 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구과 비슷한 결과를 나타냈으나 중후반으로 갈수록 GTb1(염도 0.5%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구), GTc1(염도 1%, 일반 녹차 28.5 g 첨가구)의 냄새, 짠맛, 쓴맛, 전체적인 기호도에서 관능적 평가가 좋아지면서 무첨가 저염 동치미보다 더 좋거나 같은 평가를 받았다. 하지만 색 및 탁도는 녹차 특유 색으로 일반 녹차 첨가구와 녹차 70% EtOH 추출물 첨가구 둘 다 전반적으로 좋지 못한 평가를 받았다. 이는 녹차의 첨가량이 많아짐에 따라 동치미의 본연의 색이 흐려진 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 녹차를 첨가한 저염 동치미의 저장성 연장에 대한 가능성을 확인하였으며, 최종적으로 일반 녹차 28.5 g를 첨가한 염도 0.5-1% 저염 동치미가 저장기간 연장과 관능적 품질을 고려하였을 때 가장 우수한 것으로 생

각된다. 이러한 경향은 서(19)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 하지만 녹차 70% EtOH 추출물이 더 좋은 항균력을 가졌지만 쓴맛이 강해서 관능적으로 좋지 못한 평가를 받았고 전체적으로 녹차를 첨가한 동치미들의 색감이 좋지 않았기 때문에 첨가량을 줄이는 등의 추가적인 연구와 동치미의 발효 과정 중 필수적인 젖산균의 생성을 과도하게 저해하지 않도록 녹차의 첨가시기를 조절하는 연구 등의 추가적인 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Hur SW, Ko MS, Kim MR, Lee HR, Chung SJ, Cho MS. Physicochemical characteristics and sensory properties of commercial Mukeunji products. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 44(5), 702-708 (2015)

2. 황인국, 김하윤, 황영, 정현상, 이준수, 김혜영, 유선미. 홍고추를 첨가한 김치의 숙성 중 품질특성 변화. 한국식품조리과학회지 28(2), 167-174 (2012)

3. 문란주. 김치 이용형태에 관한 연구. 국내석사학위논문, 수원대학교 교육대학원, 경기도 (1993)

4. 박재식. 속성 동치미 제조에 관한 연구. 국내석사학위논문, 강원대학교, 강원특별자치도 (2008)

5. 박종대. 국내외 산업동향 - 동치미의 연구동향 및 산업적 이용. 한국식품연구원 식품기술 25(2) 164-169 (2012)

6. 나예슬. 발효와 저장 중 온도와 시간 변화에 따른 동치미의 품질 특성. 국내석사학위논문, 이화여자대학교 대학원, 서울 (2014)

7. 문성원. 동치미의 발효숙성에 미치는 소금농도의 영향. 국내석사학위논문, 단국대학교 대학원, 서울 (1994)

8. 이은주. 한국인 고혈압 환자의 소금 민감성 특성과 DASH 다이어트의 효과. 국내박사학위논문, 가톨릭대학교 대학원, 경기도 (2011)

9. 손숙미, 허귀엽. 한국인의 소금섭취 현황과 영양문제. 대한지역사회영양학회지 7(3), 381-390 (2002)

10. Kim J, Bang J, Beuchat LR, Kim HK, Ryu JH. Controlled fermentation of kimchi using naturally occurring antimicrobial agents. Food Microbiol. 32(1), 20-31 (2012)

11. Jeong SH, Lee SH, Jung JY, Choi EJ, Jeon CO. Microbial succession and metabolite changes during long-term storage of Kimchi. J. Food Sci. 78(5), M763-769 (2013)

12. 김선화, 이명희, 정용진. 국내 녹차산업의 현황과 대용차 발전 방안. 식품산업과 영양 19(1), 20-25 (2014)

13. 오중학, 김은희, 김정례, 문영인, 강영희, 강정숙. DPPH 방법을 통한 녹차의 항산화 활성에 대한 연구. 한국식품영양과학회지 33(7), 1079-1084 (2004)

14. 변재옥, 한재숙. 녹차에 대한 인식 및 이용실태에 관한 연구. 한국식생활문화학회지 19(2), 184-192 (2004)

15. Park CS, Cha MS. Comparison of antibacterial activities of green tea extracts and preservatives to the pathogenic bacteria. Korean J. Food Nutr. 13(1), 36-44 (2000)

16. 위지향, 박근형. 차엽카테킨의 김치발효 지연 및 관련 미생물의 증식억제. 한국식품과학회지 29(6), 1275-1280 (1997)

17. 김미경, 김순동. 녹차의 처리방법에 따른 김치의 발효특성. Food Sci. Preservation 10(3), 354-359 (2003)

18. 서향순. 녹차를 첨가한 백김치의 이화학적 특성과 소비자 인식에 관한 연구. 국내박사학위논문, 위덕대학교, 경상남도 (2010)

19. 임동욱, 이가양, 정민정, 김병목, 전중영. 세포벽 분해 효소 처리 및 *Saccharomyces cerevisiae* 발효가 녹차 잎의 항산화 및 항균 활성에 미치는 영향. Food Sci. Preservation 30(6), 1043-1055 (2023)

20. 한숙경. 매실 종자의 기능성 및 성분 분석 연구. 국내박사학위논문, 국립순천대학교 대학원, 전라남도 (2024)

21. 강혜린. 우리나라 매실 유전자원의 과실, 유기산 함량 및 매실 발효액의 특성. 국내석사학위논문, 공주대학교 일반대학원, 충청남도 (2020)

22. 황자영, 함재웅, 남성희. 매실(Prunus mume)의 항산화성. 한국식품과학회지 36(3), 461-464 (2004)

23. 최무영, 원향례, 박희준. 매실농축액의 항균성 검색. 한국지역사회생활과학회지 15(4), 61-66 (2004)

24. 김명숙, 이현자, 강근옥. 매실 첨가가 김치의 발효 특성에 미치는 영향. 동아시아식생활학회지 18(2), 226-233 (2008)

25. 장종화, 김영인, 이현. 매실추출물의 구강미생물에 대한 항균활성. 대한치과위생학회지 14(1), 109-115 (2014)

26. 박복희, 조희숙. 매실 첨가물에 따른 동치미의 발효 특성. 동아시아식생활학회지 14(6), 582-590 (2004)

27. 최무영, 오혜숙, 박희준. 매실농축액의 첨가가 동치미 발효 숙성에 미치는 영

향. 한국지역사회생활과학회지 15(4), 3-10 (2004)

28. Jamal A, Mohiuddin SM, Javed K, Singh S. Pharmacological actions and phytochemical screening of Elettaria cardamomum. J. Ethnopharmacol. 103(1), 23-30 (2006)

29. Garg SN, Jain R. Essential oil of Elettaria cardamomum and its bioactivity. Food Chem. 72(1), 19-23 (2001)

30. Jamal A, Javed K, Aslam M, Jafri MA. Gastroprotective effects of cardamom on aspirin-induced gastric lesions in rats. Phytother. Res. 10(3), 250-252 (1996)

31. Hinneburg I, Dorman HJD, Hiltunen R. Antioxidant properties of cardamom and its potential role in human health. J. Med. Food 9(1), 109-115 (2006)

32. Kim OM, Kim MK, Lee KR, Kim SD. Selective antimicrobial effects of spice extracts against *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* isolated from kimchi. Microbiol. Biotechnol. Lett. 26, 373-378 (1998)

33. 신성애. 동치미 발효에 산수유가 미치는 영향. 국내석사학위논문, 건국대학교 대학원, 서울 (1997)

34. 손선영. 허브 첨가 동치미의 발효특성. 국내석사학위논문, 서울여자대학교 대학원, 서울 (2004)

35. 최복수. 민들레의 동치미 발효에 의한 간기능 개선 및 면역증진 효과. 국내

석사학위논문, 경기대학교 대체의학대학원, 서울 (2013)

36. 김일경. 솔잎과 인삼첨가가 동치미 품질에 미치는 영향. 국내석사학위논문, 경산대학교, 경상북도 (1996)

37. 김미정. 동치미 발효숙성에 대나무(이대)잎이 미치는 영향. 국내박사학위논문, 단국대학교, 서울 (1997)

38. 이영순. Garlic oil을 첨가한 동치미의 품질특성. 국내석사학위논문, 세종대학교 일반대학원, 서울 (2014)

39. 엄대현, 장학길, 김종군, 김우정. 저염 동치미 쥬스의 제조를 위한 최적 발효온도 및 소금농도. 한국식품조리과학회지 13(5), 578-584 (1997)

40. 엄대현, 장학길, 김우정. 저염 동치미 쥬스의 저온살균이 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 29(4), 730-736 (1997)

41. 하명희, 박우포, 이승철, 최성길, 조성환. 매실추출물의 항균특성. Food Sci. Preservation 13(2), 198-203 (2006)

42. 정숙현, 윤교희. 엽차용 녹차 추출물 및 분획물의 항균효과. 한국식품영양과학회지 37(11), 1382-1388 (2008)