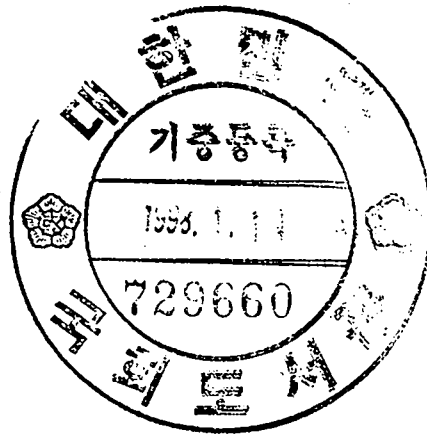


최 종
연구보고서

664.58
L293A

순창 전통고추장의 보존성 향상에 의한 수출 증대방안의 연구

Studies on the Scheme for Export Increasing by
Conservation Improvement of traditional Kochujang
in Sunchang



연구기관 전주대학교

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “순창 전통고추장의 보존성 향상에 의한 수출 증대방안의 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1997년 11월 30일

주관연구기관명 : 전주대학교

총괄연구책임자 : 권 태 영

협동연구자 : 변 유 량

협동연구자 : 진 홍 승

협동연구자 : 양 삼 철

요 약 문

I. 제 목

순창 전통고추장의 보존성 향상에 의한 수출 증대방안의 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

고유한 풍미와 역사적 명성을 지닌 순창지방의 전통고추장은 산업기반이 취약한 이 지방 경제발전에 견인차 역할을 하고 있으며, 수출고가 급증하는 추세에 있어 국가 경제발전에도 큰 기여를 하고 있다. 전통고추장의 제조는 공장이나 가정마다 전수된 비법에 의존함으로써 고유의 풍미가 유지된다는 장점은 있으나 품질관리가 어렵고, 저장 및 유통과정에서의 변질로 상품성이 크게 떨어진다는 문제점을 안고 있다. 특히, 순창지방의 전통적인 고추장은 보존료를 첨가하지 않으며, 가열하지 않은 생식품상태로 유통시키기 때문에 공존미생물에 의한 품질열악의 가능성이 높다.

저장 및 유통과정에서 해결해야 하는 미생물학적인 과제는 크게 3가지로 나누어 볼 수 있는데 고추장 내면에서 효모나 젖산균이 과다하게 증식하거나 표면에서 사상균이 자라는 경우이다. 젖산균의 과다한 증식은 산미가 강한 고추장을 생산하게 되며, 사상균은 짠맛을 내면서 시각적인 기호성 저락이라는 문제를 야기한다. 효모의 경우는 알콜발효에 의해 고추장의 풍미를 증진시키는 긍정적인 면도 있으나 숙성이 끝난 제품에서 과다한 증식으로 개스가 발생하면서 포장용기가 팽창하고, 부풀어 오른 고추장이 용기

밖으로 넘치게 되며, 제품의 질감이 나빠지면서 소비자에게 혐오감을 느끼게 하는 등 심한 품질저락의 원인이 되고 있다. 또한 고추장은 미각의 주체가 단맛인 바 숙성후기에 과다한 효모의 증식은 당함량을 급속히 하락시키게 되고, 이차적인 당분의 첨가는 진위성을 가려야 하는 시비를 낳고 있다.

고추장의 발효과정에서 내염성 효모류는 담금 초기부터 주발효균으로 숙성-저장 중에도 계속적으로 증식하는데 기온이 높아지거나, 교반이나 소분(小分)등 물리적 조작을 가하면 이상증식으로 문제를 야기하게 된다. 즉, 유용한 균종이나 시기적으로 선택적인 생육억제가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 숙성된 고추장의 저장-유통과정에서 효모의 이상증식에 의한 개스 생성-팽창현상을 방지함으로써 저장성과 상품성을 높혀 지역 경제발전은 물론 수출증대에 기여하고자 시행되었다.

III. 연구개발 내용 및 범위

순창 전통고추장의 저장성을 높이기 위한 연구개발 내용은 다음과 같이 3 분야로 나누어 요약할 수 있다.

1. 순창 전통고추장 관련 미생물의 균종 및 균총변화에 관한 연구

가. 관련 미생물의 분리, 동정 및 출현빈도

순창소재 공장 및 일반가정에서 2개월 간격으로 고추장을 수거하여 효모류, 젖산균류, 일반세균류 및 사상균류를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 효모류

총 9균주가(Y1, Y2, Y5, Y6, Y8, Y10, B, D1, D2) 분리, 동정되었다.

가) Y1, Y2, Y6, Y8

고추장의 팽창현상을 야기하는 주원인균들이며, *Zygosaccharomyces rouxii*로 동정되었으며, colony의 형태나 ethanol생산력 등에서 차이를 보였다. 출현빈도나 균체수는 시료별, 조사시기별로 변이가 심하였으나 Y1균주가 최우점종으로 90%이상의 시료에서 검출되었으며, 균체수는 최고 6.6×10^4 - 5.6×10^8 /g에 달하였다. 다음 Y2, Y8의 순이었으며 Y6균주가 가장 낮아 출현빈도 10%, 균체수는 2.0×10^6 /g수준이었다.

나) B, D1, D2

주로 된장에서 검출되는 균종들로 장류를 한 장소에서 제조하는 관계로 혼입되었다고 본다. 피막생성능력이 강하여 고추장의 표면에 활발히 번식하나, 왕성한 알콜발효력으로 팽창현상에도 큰 영향을 미쳤다. 출현빈도는 B균주가 가장 높아 20-30%였고, 균체수는 10^5 - 10^7 /g정도였다. 모두 *Debaryomyces*속으로 동정되었는데 형태 및 알콜발효력 등에 차이가 있었다.

다) Y5 및 Y10

Y5는 *Hansenula anomala*로 동정되었으며, 산막효모로 출현빈도 10%, 균체수 6.0×10^4 /g이하였다. Y10은 *Torulospira fermentati*로 추정되었고, 출현빈도는 20-30%, 균체수는 최고 10^6 /g까지 보였다.

2) 젖산균류

총 5종(RL4, LRK1, JL, RLS1, RLS2)이 분리되었는데, RL4가 최우점종으로 *Lactobacillus debruechii*로 동정되었고, 대부분의 시료에서 10^6 - 10^8 /g수준으로 검출되었다. 다음 LRK1균주는 *Pediococcus halophilus*로 50%내외의 시료에서 10^4 - 10^7 /g수준으로 검출되었다. JL은 *Lactobacillus casei*, RLS1은 *Lactobacillus plantarum*, RLS2는 *Lactobacillus*속으로 추정되었으나 보다 정확한 동정은 어려웠다. RL4를 제외한 균주들은 다양한 시료에서 검출되었으나, 균체수가 비교적 적고 내염성이 낮아 일반적인 상주균으로는 보기 어려웠다.

3) 일반세균류

다양한 시료에서 다양한 균주가 분리되었으나 균체수가 비교적 높은 5균주(A1, A7-1, A7-2, A7-3, A-12)가 동정되었다. A1은 *Bacillus subtilis*로 동정되었으며 모든 시료에서 검출되었고, 균체수는 10^6 /g내외로 시료간에 큰 차이가 없었다. A7-1은 *Bacillus pumilus*로 80-90%의 빈도에 10^5 /g의 균체수를 보였다. A7-2는 *Bacillus licheniformis*, A12는 *Staphylococcus aureus*, A7-3은 *Micrococcus caseolyticus* 로 동정되었는데 출현빈도는 20% 내외, 균체수는 10^4 /g이하였다.

4) 사상균류

*Penicillium*속이 가장 빈도가 높았고, *Aspergillus*속, *Mucor*속, *Rhizopus*속도 검출되었다.

나. 미생물의 생리적 특성

분리된 균주들에 대한 고추장에서의 역할과 관련되는 생리적 특성에 대한 연구결과는 다음과 같다.

1) 효모류

고추장에서 분리된 효모류는 모두 내삼투압성 효모로 25%포도당용액이나 18%식염수, pH3.0부근에서도 생육하는 강한 내당, 내염 및 내산성을 보였다. 또한 10%의 ethanol에서도 생육이 가능하였다. Y5균주만은 내염성이 약하여 9%이상에서는 생육하지 못했다. 고추장의 팽창현상과 직접적인 관련이 있는 ethanol 생성력은 Y1균주가 가장 왕성하였고, Y2, Y8 및 B, D1, D2균주도 비교적 왕성한 편이었다. Y6, Y10 및 Y5균주는 비교적 느린 편이었으나 분리된 모든 균주가 25%의 포도당용액에서 6-13%의 ethanol을 생성하였다. 생육온도는 5-42℃였고, 55-60℃에서 10분간 가열하면 증식력이 상실되었다. Y1, Y2, Y6, Y8, Y10은 액체배양에서 극히 약한 효모환을 생성하였으며, Y5, B, D1, D2는 피막생성력이 강하였다.

2) 젖산균류

JL균를 제외하고는 대부분 식염농도 12%이상에서는 생육이 부진하여 염도가 높은 고추장에서는 역할이 미미한 것으로 나타났다. 생육온도는 5-45℃로 비교적 저온성이었으며, 60-65℃에서 10분간 가열로 생육력을 잃었다.

3) 일반세균류

*Bacillus*속 균주들은 내염성이 약하여 7%이하의 식염농도에서 증식이 가능하였으며, 증식에 따른 물질소비나 생성이 미미하여 고추장의 숙성이나 품질에 미치는 영향은 무시할 수준이었다.

4) 사상균류

고추장의 표면에 기생하는 *Penicillium*속의 균주들은 30%의 포도당용액에서도 생육하였다. 그러나 15%이상의 식염이나 3%이상의 ethanol에서는 생육하지 못했다.

다. 균의 유입원

고추장에 존재하는 미생물의 유입원을 규명하기 위해 담금에 사용되는 원료별로 밀도를 조사한 결과 효모류는 엿기름 10⁴/g, 메주 10³/g로 주유입원이었으며, 기타 원료에서는 보다 낮았다. 젖산균은 메주 10⁶-10⁷/g, 엿기름 10⁴/g로 주유입원이었고, 일반세균은 메주 10⁷-10⁸/g, 엿기름 10⁶/g, 고춧가루 10⁸/g로 검출되어 주요 유입원으로 판명되었다. 그러나 개스생성원인균인 효모는 재료의 균체수가 낮고, 담금시의 당화조작으로 대부분 사멸하기 때문에 고추장 담금 후의 2차적인 오염이 주원인이었다.

2. 고추장의 담금 방법에 따른 제품의 특성 및 미생물상의 변화에 관한 연구

원료의 배합비율 및 전처리 방법을 달리하거나, 숙성온도 15℃와 25℃, 용기의 밀폐 및 개방, 교반 등 숙성조건을 달리한 조건에서 경시적으로 이

화학적 성상과 미생물상의 변화를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

가. 순창 전통고추장의 제법에 관한 실태조사

1) 고추장 담금 원료의 종류 및 배합비율

고추장 담금에 사용되는 원료의 배합비율은 소금 6-12%, 고춧가루 15-25%, 메주가루 5-30%, 엿기름가루 0-13%수준으로 편차가 심하였으며, 특히, 엿기름가루는 전통적인 순창고추장에서는 사용되지 않았으나 최근 시판용의 생산이 증가하면서 사용빈도가 높아졌다. 수분함량은 40-60%로 다양하나 점차 45%수준으로 고형발효화 하는 추세이다. 고추장용 메주는 멥쌀 30-50%에 콩 50-70%비율로 제조되고 있다.

2) 담금 시기, 방법 및 저장 중의 관리

고추장의 담금 시기는 11-익년 5월에 걸치나, 1-2월에 집중되는 경향이 있다. 원료의 전처리나 담금방법 등은 배합비율에서와 같이 다양하나 가장 일반적으로 시행되는 방법은 찹쌀가루로 죽을 쑨 다음 나머지 재료를 혼합하는데, 일부 개량식 제법을 도입하여 찹쌀죽에 메주가루와 엿기름추출물을 혼합하고, 60-65℃에서 당화시킨 후, 소금과 고춧가루를 섞는 방법도 많이 시행되고 있다.

숙성 및 저장은 대부분 노천에서 방임적으로 시행되는데, 평균 월 1회 정도 교반하여 분리된 고형물과 액층을 섞고 있다.

한편 본 실험실에서의 고추장 제조는 이상의 조사결과를 토대로 하여 제품에서의 비율이 찹쌀 20%, 고춧가루 15%, 메주가루 6%, 식염 9%수준에 수분함량을 50%가 되도록 조절하였다. 이 비율은 현재 순창지방에서 제조되는 고추장의 평균치이다. 엿기름은 원료량의 2%로 추출물을 사용하였다.

나. 원료의 배합비율에 따른 제품의 특성 및 균총변화

1) 수분함량

40-60%범위에서 수분함량이 높을수록 균의 증식도에 비례하여 발효경과도

빨랐다. 55%이상에서는 효모와 젖산균이 현저히 증가하여 최고 5.0×10^8 /g에 달하고, 산미가 강해졌으며, 표면에 Y5와 같은 균주의 피막이 무성해졌다. 45%이하에서는 완만한 경향을 보이면서 팽창현상도 현저히 억제되었다.

2) 소금농도

6%이하에서는 변패의 증후가 나타났고, 15%이상에서는 발효가 지연되어 적정 소금농도는 9-12%였다. 고추장에 상주하는 효모류는 강한 내염성균주로 식염에 의한 팽창현상의 방지는 어려웠다.

3) 메주가루 및 고춧가루첨가량

메주가루는 6.7-20%범위에서 첨가량을 높힐수록 풍미가 우수하고, 팽창현상도 약간 억제되는 경향을 보였다. 그러나 저장성은 낮아졌다.

고춧가루는 5-25%범위에서 첨가량이 높으면 초기에 일반세균의 밀도가 $10^7 - 10^8$ /g이상으로 급속히 증가하는 것 외에 속성이나 팽창현상 등에서 뚜렷한 차이점은 발견되지 않았다.

4) 엿기름 및 찹쌀 첨가량

엿기름은 0-6%수준에서 첨가량을 높힐수록 담금초기의 환원당 농도가 증가하면서 발효경과가 빨라지는 경향을 보였다. 아울러 효모의 증식속도도 빨라 25℃의 경우 2주일 후에는 3.7×10^8 /g에 이르고, 이 후에 완만히 감소하였으며, 저온속성에서도 속도에 차이가 있을 뿐 비슷한 경향을 보였다. 또한 엿기름의 첨가량이 높으면 효모의 균종이 단순해지는 경향을 보였고, 젖산균의 생육이 촉진되면서 팽창현상이 심해지고, 산미가 증가하면서 저장성이 낮았다.

찹쌀은 10-30%범위에서 당농도의 증가 외에 뚜렷한 차이점은 없었다.

다. 원료의 전처리

증자한 찹쌀과 메주가루 및 엿기름을 혼합하고 60-65℃에서 4시간 가열한

결과 가열당화조작을 거치지 않은 경우에 비해 숙성이 빠르게 진행되었으며, 효모와 젖산균의 밀도를 현저히 낮출 수 있었다. 즉, 담금초기에 효모는 비가열 10^6 /g수준에서 가열 10^2 /g이하, 젖산균 10^7 /g에서 10^3 /g이하로 낮았다. 그러나 일반세균의 경우에는 차이가 적었다.

라. 효모의 혼합접종

효모를 혼합접종한 결과 무접종 및 단독접종에 비해 저장성이 개선되었는데, 특히 다양한 균주를 혼합하여 접종할수록 숙성 후기에 있어 효모의 균체수가 현저히 낮았고, 급격한 증식에 의한 가스발생도 억제되는 경향을 보였다.

마. 숙성온도

실온(1월담금), 15, 25℃로 온도를 달리하여 숙성시킨 시험결과를 종합적으로 비교하여 보면, 25℃는 2주일, 15℃ 1개월, 실온에서는 2개월 후(3월)에 균체수가 최고치에 달하여 효모와 10^7 - 10^8 /g, 젖산균 10^6 - 10^7 /g, 일반세균 10^7 /g수준으로 검출되었다. 고온에서 숙성시킨 고추장일수록 숙성초기에 효모의 밀도가 높았으나 2개월 후부터는 안정되어 급격한 증식에 의한 팽창현상이 억제되는 경향을 보였고, 저온숙성에서는 풍미가 증진되는 효과가 있었으나 숙성후반에 팽창현상이 심한 경향을 보였다. 일반세균의 동태에는 온도간에 뚜렷한 차이가 없었다.

바. 발효조의 관리

발효조를 완전 밀폐시킬 경우 풍미가 가장 우수하였고, 효모의 밀도는 10^6 /g수준으로 개방식 10^7 - 10^8 /g보다 낮은 경향을 보였으나 젖산균과 일반세균에는 큰 차이가 없었다. 그러나 개방을 하게되면 저장성이 급속히 하락했다. 수시교반시에는 10^8 /g이상으로 팽창이 계속되면서 당의 소비량이 높고 품질이 열악했다.

3. 개스생성억제 및 저장성의 개선에 관한 연구

가. 개스생성 및 부피팽창도에 관한 연구

1) 균체량과 개스생성도

고추장에서 개스생성이 감지되기 시작할 무렵의 효모수는 대략 10^5 /g, ethanol농도는 0.5%정도였다. 유통중인 고추장의 평균효모수는 10^7 - 10^8 /g 수준으로(ethanol 2-3%) 상온에서 소분 후 2시간정도이면 팽창현상이 관찰되었다. Y1균주를 사용한 시험에서 ethanol농도가 0.5%에 달했을 때의 균체수가 10^7 /mL였고, 식염농도 6-9%수준에서 5.0×10^8 /mL의 균체는 2-3시간 내에 0.5%내외의 ethanol를 생성했으며, 10-12시간 후에는 배지의 체적에 상당하는 탄산개스가 발생했다. 식염농도 18%에서는 24시간, 24%에서도 48시간 후에는 배지체적량에 상당하는 개스가 발생하여 일단 일정량의 균체수가 함유된 고추장은 가염에 의한 팽창억제는 불가능하다. 한편 식염농도가 높을수록 ethanol생성량에 대한 glycerol 생성비가 높아지는 경향을 보였다.

2) 당첨가와 고추장의 부피팽창도

소분시 보충되는 당류는 설탕과 물엿이 주종을 이루며 물엿의 첨가에서 부피팽창도가 보다 컸고, 15-35%수준에서 첨가농도간에 큰 차이는 없었다.

3) 소분량과 부피팽창도

PEP포장에서는 고추장의 소분량에 따른 상대적 부피팽창도에 뚜렷한 차이는 없었으나, 유리병을 사용한 경우 소분량이 많을수록 고추장의 부피가 증가하는 경향을 보였다.

4) 온도별 부피팽창도

20-30℃에서는 큰 차이가 없이 2-3시간이면 개스발생이 관찰되었고, 15℃에서는 5일정도, 5℃에서도 7일정도면 팽창현상이 일어났다. 효모수 2.0×10^8 /g의 고추장에서 소분 후 2주일간의 당소비율은 5℃ 14.9%, 실온 22.9%

로 나타났다.

5) 고추장의 수분함량

제조시험(2-나항)에서와 같이 수분함량이 55%이상으로 높을수록 가스발생량이 많고, 팽창도 빠르게 진행되었다. 특히, 젖산균의 생육이 왕성하여 산미가 강했다. 50%이하에서는 점도의 증가로 고추장 내면에 공극이 커졌고, 45%이하에서는 비교적 가스발생이 억제되는 경향을 보였다.

나. 천연항효모제에 의한 가스생성억제 및 저장성개선

1) 겨자유 의 효과

배양기상에서 겨자 및 allylisothiocyanate(allyl-NCS)는 선택적 항균성을 보여 allyl-NCS의 경우 젖산균 10mM, *Pseudomonas*속 1.0mM에 비해 효모류는 0.1mM수준에서 생육을 완전히 억제하였다. 고추장에서는 겨자분말 2%, allyl-NCS 1-2mM수준에서 일시적인 가스발생억제효과를 보였다. 이 이상 첨가량을 높이면 풍미가 손상되어 실용화에는 한계를 보였다.

2) 마늘 및 황기추출물의 효과

배양기상에서는 효과가 인정되었으나 실용화는 어려웠다.

3) Ethanol의 효과

고추장에서 분리된 효모는 대부분 ethanol 10%배지에서도 증식이 가능한 내알콜성이었으나, 실제 고추장에서는 4-5%수준 첨가로 가스생성이 억제되었다. 첨가된 알콜은 점차 감소하고(2%수준) 실온에서 2주일 후면 가스생성이 시작되었다. 정상적으로 숙성된 고추장의 분석결과 평균 2-3%의 ethanol을 함유하고 있어 3%이상의 ethanol첨가는 실용상 단기간의 보존수단으로는 효과적임이 밝혀졌다.

4) 식초산과 젖산의 효과

배양기상에서는 0.3%수준에서 효모의 생육을 철저히 억제하였으며, 고추장에서는 0.4%수준에서도 1개월 이상 항균효과가 지속되었고, ethanol의

첨가로 항균력은 상승되었다. 그러나 식초산의 항균작용은 pH에 제약을 받아 pH5.0이상에서는 1%수준에서도 개스가 발생했다. 젖산은 항효모성이 극히 미약하여 1.5%첨가로 pH가 3.67까지 하강한 고추장에서도 개스가 발생하였다.

5) 기타

Y8균주의 20℃ 배양액으로부터 분리한 peptide성 물질의 항효모작용이 인정되었으나 실용화를 위해서는 보다 연구가 필요하며, 지방산 중에서 capric acid와 lauric acid의 항균작용이 관찰되었는데 전자는 단독 시용의 경우 10mg%수준에서 효모의 생육을 완벽하게 억제하였으며, 양자의 혼합 시용으로 억제농도를 5mg%까지 낮출 수 있었다. 지방산 특유의 냄새로 풍미 저락의 문제점이 있어 낮은 농도에서 식초산과 ethanol시용의 보조제로써 응용이 기대된다.

다. Ohmic heating에 의한 저장성 개선에 관한 연구

일반적인 가열장치의 결점을 최소화한 ohmic heating법에 의한 연구결과는 다음과 같다.

1) 고추장의 전기적 특성

소금농도가 높을수록 가열속도가 빠르며, 전기전도도는 수분함량에 비례하여 증가하는데 수분함량 50%의 경우 25℃에서 1.9S/m으로 나타났다. 또한 온도의 증가에 따라 전기전도도는 증가하여 10KHz의 주파수에서 $Y = 0.0275X + 0.8711$ ($r = 0.998$)의 직선식으로 비례하였다.

2) 전기적 요소가 고추장의 가열에 미치는 영향

가) 전압 및 주파수

가급적 높은 주파수와 전압조건이 유리하였다.

나) 파형

교류전류의 파형은 squar파보다 sine파가 유리하였다.

다) 전극부식

5KHz 이상의 고주파수에서 전극부식이 보다 억제되었고, 내부식성의 titanium전극의 사용이 바람직하였다.

3) Ohmic heating에 의한 살균효과

고추장을 100℃에서 8분간 가열할 경우 열중탕식의 81.86%에 비해 ohmic heating은 99.69%의 우수한 살균효과를 보였고, 가열초기 1분 후의 살균효과도 97%에 달했다.

라. 초고압살균법에 의한 저장성 개선에 관한 연구

1) 살균효과

생균수 2.2×10^8 /g의 고추장을 25℃에서 300-500MPa까지 초고압 처리한 결과 400MPa이상에서는 10^2 /g이하로 감소하였고, 실온에서 3개월 이상 보존하여도 팽창현상이 관찰되지 않았다.

2) 풍미에 미치는 영향

처리압력이 높을수록 고추장의 점도가 증가하나 풍미에는 영향이 없었다.

마. 저온살균법에 의한 저장성 개선에 관한 연구

고추장의 풍미를 크게 저해하지 않는 조건에서 가열살균온도나 시간 및 기타 공존물질이 살균효과에 미치는 영향을 조사하였다.

1) 살균온도 및 시간

가스생성 주원인균인 Y1균주를 50-75℃범위에서 가열한 결과 55℃에서 10분 이상 가열하면 현저히 균의 활력이 저하되었고 65℃이상에서는 5분정도에서 사멸되었다.

2) 공존물질의 영향

고추장의 식품학적 특성이나 공존물질의 종류 및 함량이 저온살균에 미치는 영향을 파악하기 위한 액체배양실험결과는 다음과 같다.

가) 식염농도

12%이상의 고농도에서는 살균효과가 약간 낮아졌다.

나) 당과 단백질함량

당은 20%이상에서 살균효과가 약간 낮아졌고, 단백질은 함량간에 차이가 없었다.

다) pH

pH가 낮을수록 살균효과는 높았다.

라) 식초산과 ethanol의 농도

0.2%의 식초산이나 2%이상의 ethanol 존재 하에서 55℃, 10분간 가열로 효모의 생육은 철저히 억제되었다. 양자의 혼합시용은 큰 영향이 없었다.

3) 가열온도 및 가열시간

수분함량 50%, 밀도 1.188kg/cm³인 고추장의 열전도도는 0.0905cm²/min였다. 소분품 가열의 경우에는 직경과 높이가 같은 원통형으로 포장하여 60℃의 수욕상에서 수분함량 50%의 고추장 중심부의 온도가 55℃에 도달하는 시간을 측정한 결과 소분품 1kg은 150분, 2kg은 170분이 소요되었다.

4) 저온살균효과

수분함량 50%, 효모수 1.8×10⁸/g, 젖산균 3.8×10⁷/g, 일반세균 1.4×10⁷/g인 10g의 고추장을 55℃에서 10분간의 가열로 효모는 검출되지 않았으며, 젖산균은 3.3×10³/g로 약간 감소하였다. 그러나 일반세균의 균체수에는 큰 변화가 없었다. 같은 조건의 소분품 1kg을 60℃의 탕욕상에서 2시간 가열한 결과 가열에 의한 제품의 변화는 약간의 변색이 관찰된 것 외에 풍미에 이상이 없었고, 25℃에서 2개월간의 밀봉저장에서도 팽창 및 풍미 변화가 없었다. 이 방법은 순창지방의 전통고추장 생산업체가 대부분 소규모의 가내수공업적인 점을 감안할 때 판매용의 소분-밀봉품에 대한 실용성이 높다.

바. 포장재 개선에 관한 연구

도자기, 유리병 및 plastic용기 등 통기성과 신축성이 없는 포장재의 사용은 팽창현상을 촉진하는 경향을 보였다. 신축성이 있고, 통기성이 좋은 저밀도 PEP 등의 0.02mm 필름을 2중으로 사용함이 가장 우수한 결과를 얻었다. 한편 투명용기에 포장할 경우 빛에 의한 갈변이 촉진되었다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

순창지방에서 생산되는 고추장은 비가열상태로 판매되고 있어 유통과정에서 개스발생으로 용기가 팽창하거나 용기 밖으로 넘치고, 점성이 낮아지며, 당도가 급격히 하락함으로써 상품성이 크게 저락되는 문제점을 안고 있다. 이 점을 해결하기 위해 순창지방에서 전통적인 방법으로 제조되는 고추장을 대상으로 개스발생균을 비롯한 공존미생물을 검색하고, 생리적 특성을 조사하였으며, 제법의 개선이나 항균 및 살균방법에 대한 일련의 연구를 행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

가. 개스생성의 주원인균은 *Zygosaccharomyces rouxii*이며, 고추장의 발효 초기부터 왕성하게 생육하는 유용한 숙성균이나 지속적인 당분소비, 개스발생등으로 일정정도로 숙성이 진행된 고추장에서는 생육을 제한할 필요가 있다. 이 효모류는 내염, 내당 및 내산성이 강하고, 5℃정도의 저온에서도 생육하는 균주들로 원료의 배합비율조절이나 제법의 개선 등의 방법은 극히 한정된 수단으로 궁극적으로는 안정한 보존료의 첨가나 살균방법에 의존할 수 밖에 없다.

나. 제법상 제한적이기는 하나 수분함량을 45%정도로 낮추면 균의 생육지연으로 개스생성의 억제에 상당한 효과가 있다. 또한 담금 후 고추장 표면

을 플라스틱으로 덮고 물을 채워서 혐기적 발효를 시키면 효모나 젖산균의 생육을 억제시키고, 우수한 품질의 제품을 생산할 수 있으나 이 방법으로 생산된 고추장은 저장성이 약한 결점이 있다. 담금시의 온도도 풍미나 저장성에 차이가 있어 저온발효에서는 풍미가 우수하나 저장성이 약하고, 고온일수록 급격한 팽창이나 풍미의 저락현상이 억제되었다.

다. 엿기름의 첨가는 숙성을 촉진시키는 효과가 있으나 효모의 균종이 단순하고, 풍미와 저장성이 떨어져 가급적 사용을 제한할 필요가 있었다. 한편 고추장 상주 내염성 효모를 혼합하여 접종하면 저장성이 개선되었다. 그러나 이 방법은 풍미에 미치는 영향이 다양하여 보다 깊은 연구가 필요하다.

라. 고추장이 전통식품이라는 점을 감안할 때 이용할 수 있는 보존료에는 큰 제약이 따르게 되는데, 일정 농도의 ethanol이나 식초산의 첨가가 효과적임이 밝혀졌다. 최종제품에서의 유효농도는 ethanol의 경우 4%이상을 유지해야 하며, 휘산이나 분해로 실온에서 2주일 정도 지나면 재보충이 필요하다. 식초산은 상당히 유망한 보존제로 유효농도는 0.4-0.5%수준인데, ethanol의 첨가는 상승효과가 있어 양자의 사용농도를 낮출 수 있고, 항균기간도 연장시킬 수 있다. 혼합첨가의 경우 식초산 0.4%, ethanol 3%까지 가능하다.

마. 살균방법은 가열살균법이 효과면에서 가장 완벽하나 가열에 의해 풍미가 저락할 위험이 있고, 또한 고추장은 고점성식품으로 열의 전달속도가 느리다는 난점이 있다. 60℃로 10분간 열처리된 고추장은 풍미의 손상 없이 최장 2개월 이상 보관이 가능하다. 또한 1-2kg의 소분판매의 경우 60℃의 수욕 중에서 2시간 가열, 밀봉함으로써 보다 저장기간을 연장할 수 있다.

바. 제품의 보관은 가급적 대량화하고, 보관장소는 노천에서 충분히 일광

을 조임이 유리한데, 특히 이 방법은 하절의 고온기에 효과를 볼 수 있다. 숙성 및 저장 중의 교반은 최소화할 필요가 있고, 교반시에는 효모의 밀도가 높은 표층을 제거할 필요가 있다.

사. 결국 이상의 결과를 재요약하면 풍미를 위해 담금시기는 1-2월에 밀 폐발효를 시키며, 엿기름 첨가를 삼가하고, 교반은 최소화하고, 교반시에는 표층을 제거하며, 소분판매시에는 ethnaol 3%, 식초산 0.4%첨가하여 수욕상에서 2시간 침지 후 밀봉함으로써 최소 2개월간 안전하게 유통시킬 수 있다.

2. 활용에 대한 건의 사항

순창 고추장의 고유한 풍미를 유지하여 상품성을 높임에 있어 본 연구개발 결과의 활용에 대해 다음과 같이 건의한다.

가. 재료의 혼합비율이나 전처리 방법, 숙성 및 저장에 이르는 전 생산공정을 과학화한 표준시방서의 작성이 필요하다.

나. 효모의 지속적인 증식으로 소비되는 당도를 보충하기 위해 물엿 등을 첨가하는 사례가 많은데 저장 중에는 효모의 생육을 억제하여 당도를 유지할 수 있도록 하고, 엿기름 사용을 가급적 제한하도록 계도한다.

다. 순창 전통고추장의 품질규격을 보다 세밀하게 작성하는데, 특히 당도나 생균수에 대한 상,하한선의 설정이 필요하다. 이를 위해서는 저온살균을 의무화하고, ethanol의 첨가를 제한적으로 허가할 필요가 있다.

라. 장기적인 안목에서 전통순창고추장의 보호, 육성을 위해 현지의 단지 내에 식품연구소를 설립할 필요가 있다.

SUMMARY

I. Title

Studies on the Scheme for Export Increasing by Conservation
Improvement of Traditional Kochujang in Sunchang

II. Objects and importance of the study

1. Microbiological problems during storage and distribution of traditional kochujang in Sunchang
 - a. Overgrowth of lactic acid bacteria(LAB)
 - o. Deterioration to acidic taste.
 - b. Growth of mold on the surface
 - o. A cause of the astringency
 - c. Overgrowth of yeast
 - o. The gas production and expansion of package
 - o. A severe consumption of sugar
2. Objects of this study
 - o. For suppression of the gas production and expansion by the abnormal growth of yeasts during the storage and distribution
 - o. For improvement of the quality and self-life of traditional kochujang

III. Contents of the study

1. Studies on the microbes related to traditional kochujang in Sunchang

a. Isolation, identification and appearance frequency of related microbes

1) Yeasts

Isolated 9 strains, Y1, Y2, Y5, Y6, Y8, Y10, B, D1 and D2

a) Y1, Y2, Y6 and Y8 strain

- o. The major causative strains for expansion of kochujang
- o. Identified as *Zygosaccharomyces rouxii*
- o. Y1 strain, a dominant species was 90% of appearance frequency or over, and minor strains were Y2 and Y8. Y6 strain showed the lowest frequency about 10%.

b) B, D1 and D2 strain

- o. Identified as *Debaryomyces* sp.
- o. The major source was doenjang

c) Y5 and Y10 strain

- o. Y5 strain was identified as *Hansenula anomala*(film yeast) and 10% of appearance frequency.
- o. Y10 strain was identified as *Torulospora fermentati* sp. and 20-30% of appearance frequency.

2) Lactic acid bacteria

Five strains were isolated and named as RL4, LRK1, JL, RLS1 and RLS2

- a) RL4 strain, a dominant species was identified as *Lactobacillus delbruechii*.
- b) LRK1 strain was around 50% of appearance frequency and identified as *Pediococcus halophilus*.
- c) JL strain was identified as *Lactobacillus casei*, RLS1 as *Lactobacillus plantarum*, and RLS2 as *Lactobacillus* sp.

3) Aerobic bacteria

Various strains were isolated from kochujang. Five strains showed high frequency were identified and named as A1, A7-1, A7-2, A7-3 and A-12.

- a) A1 strain was identified as *Bacillus subtilis* and found in the all samples.
- b) A7-1 strain was identified as *Bacillus pumilus* and showed 80-90% of the frequency.
- c) A7-2 strain was identified as *Bacillus licheniformis*, A12 strain as *Staphylococcus aureus*, and A7-3 strain was identified as *Micrococcus caseolyticus* and around 20% of the frequency.

4) Mold

Penicillium sp. was the dominant species on surface of kochujang, *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. and *Rhizopus* sp. were found.

- b. Studies on the physiological characteristics of microbes related to traditional kochujang

1) Yeasts

- a) All isolated strains could grow at glucose 25%, NaCl 18%, around pH3.0 and ethanol 10%. Y5 strain did not grow over 9% of NaCl.
- b) All strains produced 6-13% of ethanol at 25% of glucose.
- c) The order of ethanol productivity is Y1 > Y2 > Y8 > B > D1 > D2 > Y6 > Y10 and Y5.
- d) The ranges of growth temperature were 5-42°C.

2) Lactic acid bacteria

- a) LAB except JL were poor growth.
- b) The ranges of growth temperature were 5-45°C.

3) Aerobic bacteria

- a) *Bacillus* sp. had a weak tolerance against salt and could grow less than NaCl of 7%.

4) Mold

- a) *Penicillium* sp. grow at 30% of glucose, but did not more than 15% of NaCl and 3% of ethanol.

c. Microfloral density of raw materials

- 1) Yeasts : malt(10^3 /g level) and meju(10^3 /g level)
- 2) LAB : meju(10^6 - 10^7 /g level) and malt(10^4 /g level)
- 3) Aerobic bacteria : meju(10^7 - 10^8 /g level) and red pepper powder (10^8 /g level)
- 4) Yeast density was effectively reduced by saccharifying process at 60-65°C.

2. Studies on the changes of physicochemical characteristics and microfloral in fermentation of traditional kochujang prepared by various methods

a. Survey on the preparation methods of traditional kochujang in Sunchang

1) Composition of the raw materials of traditional kochujang

a) 6-12% of salt, 15-25% of red pepper powder, 5-30% of meju, 0-13% of malt, and 40-60% of water

b) Malt : not used in traditional kochujang

c) Meju for kochujang : 30-50% of non-glutinous rice + 50-70% of soybean

2) Season and method of preparation, and management of ferment jar during aging

a) Home-made kochujang were prepared at March and the commercial were at Jan.-March.

b) Kochujang meju were prepared at Oct.-Dec..

c) Ferment jar for kochujang were shaken by 1-2 times, monthly.

b. Changes of physicochemical characteristics and microbial flora under various composition of raw materials

1) Water content

o. 55-60% : yeasts and LAB markedly grew up to be $5.0 \times 10^8/g$, and thus deteriorated to a strong acidic flavor. Y5 were abundant on the surface.

o. 45-40% : expansion was inhibited markedly and increase the storage stability, although fermentation was delayed.

o. Optimal water content was 50% for normal aging and restriction

of gas forming.

2) Sodium chloride concentration

- o. Optimal salt concentration was 9-12% for normal fermentation.
- o. Because of osmophilic yeasts, the expansion could not control by salt addition.

3) Additional amount of meju and red pepper powder

- o. The high amount of meju(6.7-20%) brought about good flavor, but decreased the storage stability.
- o. Amount of red pepper powder(5%-25%) was not effected the flavor and self life.

4) Additional amount of malt and glutinous rice

- o. Addition of malt accelerated the growth of yeast and gas production at 2.2 - 6%.
- o. Amount of glutinous rice was not effective.

5) Mixed inoculation of yeasts

- o. The mixed inoculation of yeasts improved the storage stability as compared with non- or simple inoculation, and decreased the yeast cell number at late stage.

c. Pre-processing of raw materials

- o. By saccharifying process at 60-65°C, the cell number of yeasts and lactic acid bacteria were decreased than directed addition of malts.

d. Management of the ferment jar

- o. The flavor and storage stability of kochujang were lower by frequently stirring during the aging, but enhanced by the use of

plastic film cover containing water to cover the kochujang.

3. Studies on the inhibition of gas production and improvement of storage stability

a. Studies on the mechanism of gas production and expansibility of kochujang

1) The relationship with yeast cell number and gas productivity

- o. The expansion of kochujang was detected at the yeast cell number $1.0 \times 10^7/g$ and ethanol concentration was 0.5% at this time. In the case of subdivided kochujang(1-2kg), the gas produced after 2-3 hours at 6-9% NaCl and 25°C.

2) Re-addition of sugars and expansibility of kochujang

- o. The kinds and amounts of sugar did not effect on the gas forming and expansion of kochujang.

3) Expansibility and temperature

- o. The gas was produced in 2-3 hours after subdividing of kochujang at 25°C, 5 days at 15°C, and 7 days at 5°C.

b. Inhibition of gas production and improvement of storage stability by natural antiyeasty substances

1) Effects of the mustard oil, garlic and hedysarum extract

- o. Not effected on suppression of gas producing and improvement of storage stability.

2) Effects of ethanol

- o. The addition of ethanol at 4-5% effectively restricted the gas production and improved the storage stability of kochujang.

3) Effects of acetic and lactic acid

- o. Addition of acetic acid was the most useful method for the suppression of gas forming in the kochujang. The effect of acetic acid at 0.3% was same as 4-5% ethanol, lactic acid not effected at 1.5%.

4) Effects of toxin produced from yeasts and middle carbon number fatty acids

- o. Peptide-like substance produced from Y8 strain inhibited the growth of gas forming yeasts, but is of no practical use.
- o. The mixed addition of capric and lauric acid(1-5mM level) was effective on the restriction of gas producing, and their effect was synergistic with ethanol and acetic acid.

c. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage by ohmic heating

1) Electrical characteristics of kochujang

- o. Electric conductivity was 1.9S/m at 50% water content and 25°C.
- o. The relationship between electric conductivity and temperature was liner regression at 10KHz($Y = 0.0275X + 0.8711$).

2) Effects of the electrical factors on the heating of kochujang

- o. The high voltage and frequency were more effective.
- o. In the wavy pattern of A.C., sine wave was more effective than squar.
- o. The corrosion of electrode was more restricted above 5KHz.

3) Sterilization effect by ohmic heating

- o. Sterilization efficiency on *Zygosaccharomyces rouxii* was 99.7%

by ohmic heating.

- d. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage stability by ultra-high pressure sterilization method.
 - o. Visual cell number was decreased from 2.2×10^8 /g to 10^2 /g above 400MPa.
 - o. The expansion of kochujang was not detected for 3 months, and not effected on the flavor of kochujang.
- e. Studies on the restriction of gas producing and improvement of storage stability by pasteurization at a low temperature
 - 1) Pasteurization temperature and time
 - o. the growth ability of Y1 strain was markedly decreased for 10min. at 55°C, completely inhibited for 5 min. at 60°C.
 - 2) Physicochemical factors influencing the pasteurization of kochujang
 - o. Salt concentration, sugar and protein contents, and acidity did not considerably effect on the low temperature heating.
 - o. The growth of gas forming yeast was completely inhibited within 0.2% acetic acid or 2% ethanol for 10 min. at 55°C .
 - 3) Heat conductivity of kochujang
 - o. Heat conductivity of kochujang at 50% water content and density 1.188kg/cm^3 was $0.0905\text{cm}^2/\text{min}$. Heat penetration time of 1kg kochujang was 150 min. in 60°C water bath, and 2kg was 170 min.
 - 4) Pasteurization efficiency in kochujang
 - o. The 10g kochujang within yeast cell 1.8×10^8 /g, lactic acid bacteria 3.8×10^7 /g, and aerobic bacteria 1.4×10^7 /g was heated for 10 min. at 55°C, and thus yeast was not visual, lactic acid bacteria was $3.3 \times$

10³/g, but density of aerobic bacterial flora was no change.

- o. When the 1kg-subdivided kochujang package with plastic film was heated for 2 hrs. at 60°C, flavor was not changed, but found discoloration. Also, the expansion of kochujang was not shown for 2 months storage.
- f. Studies on the improvement of storage stability by package materials
 - o. The flexible and permeable plastic film was more suitable package than ceramics or glass bottle for the suppression of expansion of kochujang.
 - o. The light transmitting package accelerated the browning of kochujang.

IV. Results and suggestions for the application

1. Results

The microorganisms including gas producing strains were screened, and studied on the physiological characteristics of microbes, antiyeasty agents and sterilization methods as well as the improvement of processing of kochujang were performed.

The results are as followed,

- a. A major gas producing strain is *Zygosaccharomyces rouxii*, a strain of great service to the aging. But because of continuous sugar consumption and gas production, it is necessary to inhibit growth of this strain at later stage of kochujang fermentation. This strain was a strong salt-, sugar- and acid-tolerant, and grew at 5°C. Therefore, suppression of this strain growth must be depended on the sound additives and pasteurization.

b. When water content was lower around 45%, microbial growth was delayed, and effected on the control of gas production. As a anaerobic fermentation that covered with plastic and filled with water on kochujang surface after preparation, growth of yeasts and lactic acid bacteria were controlled, and kochujang having a excellent quality were produced. But the storage stability was more lower. Up to 25°C, fermentation could controlled the rapid expansion and lower flavor, but at a lower temperature in spite of a excellent taste, storage stability was decreased.

c. The addition of malt promoted the fermentation of kochujang, but simplified the yeast species in kochujang, and decreased flavor and the storage stability. Storage stability was improved by mixed inoculation of halophilic yeast, but effects on the flavor were various.

d. Making consideration that kochujang is the traditional foods, using preservatives were limited. Ethanol and acetic acid as a natural preservatives were the most effective. In the final products, the effective concentration of ethanol must be maintains 4% and more, and resupplied after 2 weeks at room temperature because of volatilization and conversion. Effective concentration of acetic acid, as a hopeful preservative, was 0.3% through 0.5%. When ethanol and acetic acid were mixed-added, addition concentration of the both can be more lower and extended a anti-microbial period by the synergistic effect. In case of mixed addition, usable concentrations was 0.4% of acetic acid and 3% of ethanol.

e. The most effective pasteurization method was the low temperature heating, the fault of this method was the severe browning of kochujang. In the case of a subdivided kochujang(1-2kg) heated for 2 hrs. at 60°C and sealing with plastic film, the gas producing and expansion was not appearance for above 2 months storage.

2. Suggestion for the application

a. It is necessary to establish the standard specification for the progress of production include the mixing ratio or pretreatment of raw materials, aging and storage of product.

b. It is necessary to maintain sugar concentration by the limitation of malt usage and restriction of yeast growth at late stage of aging.

c. It is necessary to establish the limit on the sugar concentration and living cells number for the quality standardization of traditional kochujang in Sunchang. Pasteurization at a low temperature and limited addition of ethanol and acetic acid are necessary for the quality standardization.

d. It is necessary to establish the institute of food research in a actual park for the protection and rearing of the traditional kochujang in Sunchang.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

1. History of traditional kochujang in Sunchang
2. Status and problems of traditional kochujang in Sunchang
3. Purpose and contents of this study

Chapter 2. Studies on the microbes related to traditional kochujang in Sunchang

1. Introduction
2. Isolation, identification and floral survey of microbes related to traditional kochujang
 - a. Materials and methods
 - 1) Isolation and culture of microbes
 - 2) Identification of microbes
 - b. Results and discussion
 - 1) Frequency and cell number of microbial strains
 - 2) Identification of isolated strains from traditional kochujang
 - c. Summary
3. Studies on the physiological characteristics of microbes related to traditional kochujang
 - a. Materials and methods
 - 1) Culture and growth rate estimation of microbes
 - 2) Physicochemical analysis

b. Results and discussion

- 1) Physiological characteristics of yeasts
- 2) Physiological characteristics of lactic acid bacteria
- 3) Physiological characteristics of aerobic bacteria
- 4) Physiological characteristics of molds

c. Summary

4. Sources of microbes related to traditional kochujang

a. Materials and methods

- 1) Isolation of materials and microbes
- 2) Saccharifying process

b. Results and discussion

- 1) Microfloral density in the raw materials
- 2) Effects of saccharifying process

c. Summary

Chapter 3. Studies on the changes of physicochemical characteristics and microfloral in fermentation of traditional kochujang prepared by various methods

1. Introduction

2. Survey of preparation methods of traditional kochujang in Sunchang

a. Materials and methods

b. Results and discussion

- 1) Survey on the kinds and mixing ratio of raw materials
- 2) Survey on the season and method of preparation and management during storage

- c. Summary
- 3. Changes of physicochemical characteristics and microbial flora under various composition of raw materials
 - a. Materials and methods
 - 1) Preparation and fermentation of kochujang
 - 2) Microfloral estimation and physicochemical analysis
 - b. Results and discussion
 - 1) Water content
 - 2) Sodium chloride concentration
 - 3) Meju powder dose
 - 4) Red pepper powder dose
 - 5) Malt dose
 - 6) Corn syrup dose
 - 7) Glutinous rice dose
 - c. Summary
- 4. Effects of pre-processing of raw materials, mixed inoculation of yeasts and management of the ferment jar on the quality and microfloral changes during the fermentation
 - a. Materials and methods
 - 1) Pre-treatment of raw materials
 - 2) Mixed inoculation of yeasts
 - 3) Estimation of cell numbers and physicochemical analysis
 - b. Results and discussion
 - 1) Effects of saccharifying process with malt
 - 2) Effects of boiling after saccharifying process

- 3) Effects of steeping time of glutinous rice
 - 4) Mixed-inoculation of yeasts
 - 5) Effects of management of ferment jar on the quality and storage stability of kochujang
- c. Summary

Chapter 4. Studies on the inhibition of gas production and improvement of storage stability

1. Introduction
2. Studies on the mechanism of gas production and effected factors
 - a. Materials and methods
 - 1) Culture of microbes and physicochemical analysis
 - 2) Estimation of expansibility and gas volume
 - b. Results and discussion
 - 1) Relationship between the ethanol concentration and increasing yeast cell number in traditional kochujang
 - 2) Relationship between the ethanol concentration and increasing yeast cell number in liquid media
 - 3) Effects of preparation methods of kochujang on the gas forming and improvement of storage stability
 - 4) Effects of subdivision of kochujang on the gas production
 - c. Summary
3. Inhibition of gas production and improvement of storage stability by natural antiyeasty substances
 - a. Materials and methods

- 1) Preparation of screening materials
- 2) Screening methods
- 3) Physicochemical analysis
- b. Results and discussion
 - 1) Testing for the inhibition of gas production
 - 2) Modification of self-life of kochujang by antiyeasty substances
 - 3) Testing for the effective antiyeasty substances
- c. Summary
4. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage stability by ohmic heating method
 - a. Materials and methods
 - 1) Construction of ohmic heating system
 - 2) Testing materials and estimation of living cell number
 - b. Results and discussion
 - 1) Studies on the electrical characteristics of kochujang
 - 2) Effects of electrical factors on the heating of kochujang
 - 3) Sterilization effects by ohmic heating
 - c. Summary
5. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage stability by ultra-high pressure sterilization
 - a. Materials and methods
 - 1) Processing of ultra-high pressure sterilization
 - 2) Estimation methods of sterilization effect
 - 3) Sensory test
 - b. Results and discussion

- 1) Sterilization effects and changes of flavor during the storage
- c. Summary
6. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage stability by low temperature heating
 - a. Material and methods
 - 1) Microbes and media
 - 2) Testing on the heat resistance of microbes
 - 3) Estimation of heat penetration rate of kochujang
 - b. Results and discussion
 - 1) Temperature of growth and inhibition of yeast
 - 2) Effects of substances on the low temperature heating sterilization
 - 3) Heat penetration time of subdivided kochujang
 - 4) Sterilization effect on subdivided kochujang
 - c. Summary
7. Studies on the restriction of gas forming and improvement of storage stability by package materials
 - a. Materials and methods
 - b. Results and discussion
 - 1) Inner package materials
 - 2) Outer package materials
 - c. Summary

References

목 차

제 1장 서 론	45
제 1절 순창 전통고추장의 연혁	45
제 2절 순창 전통고추장의 생산현황 및 문제점	47
제 3절 본 연구 목적 및 내용	49
제 4절 연구기간	52
제 5절 연구원 구성	53
제 2장 순창 전통고추장 관련 미생물에 관한 연구	57
제 1절 서 설	57
제 2절 관련 미생물의 분리, 동정 및 균총조사	59
1. 재료 및 방법	59
가. 미생물의 분리 및 배양	59
나. 미생물의 동정	60
2. 결과 및 고찰	61
가. 균종별 검출빈도 및 균체수	61
나. 분리균주의 동정	65
3. 요약	73
제 3절 고추장 관련 균주의 생리적 특성	74
1. 재료 및 방법	74
가. 미생물의 배양 및 생육도 측정	74
나. 고추장에 균주의 접종	75
다. 이화학적 검사	75
2. 결과 및 고찰	78
가. 효모류의 생리적 특성	78

나. 젓산균의 생리적 특성	93
다. 일반세균류의 생리적 특성	96
라. 사상균의 생리적 특성 및 고추장의 품질에 미치는 영향	99
3. 요약	100
제 4절 균의 유입원 조사	101
1. 재료 및 방법	101
가. 시료 및 균의 분리	101
나. 당화과정	101
2. 결과 및 고찰	102
가. 원료별 미생물의 분포	102
나. 가온당화조작의 영향	102
3. 요약	103
제 3장 고추장의 제법에 따른 제품의 특성 및 균총의 변화	107
제 1절 서 설	107
제 2절 순창 전통고추장의 제법에 관한 실태조사	108
1. 재료 및 방법	108
2. 결과 및 고찰	109
가. 원료의 종류 및 혼합비율에 관한 조사	109
나. 담금방법 및 저장 중의 관리에 관한 조사	112
다. 순창지방의 재래고추장용 메주의 특성 조사	115
라. 순창 전통고추장의 성상	116
3. 요약	117
제 3절 원료의 배합비율에 따른 제품의 특성 및 균총변화	117
1. 재료 및 방법	117
가. 고추장의 담금 및 숙성방법	117

나. 균총조사 및 이화학적 분석	118
다. 균총조사 및 이화학적 분석	119
2. 결과 및 고찰	119
가. 수분함량	119
나. 소금농도의 영향	131
다. 메주가루 첨가량의 영향	141
라. 고춧가루 첨가량의 영향	150
마. 엿기름 첨가의 영향	155
바. 물엿	162
사. 찹쌀의 첨가량	166
3. 요약	169
제 4절 원료의 전처리, 효모의 접종 속성온도 및 발효조의 관리방법이	
고추장의 특성 및 균총에 미치는 영향	170
1. 재료 및 방법	171
가. 원료의 전처리 방법	171
나. 효모의 혼합접종	172
다. 균체수 측정 및 이화학적 검사	172
2. 결과 및 고찰	172
가. 엿기름첨가시 가온당화의 영향	172
나. 엿기름당화 후 자불의 영향	175
다. 찹쌀 장기침지의 영향	181
라. 효모의 혼합접종	186
마. 발효조의 관리방법이 고추장의 저장성 및 품질에 미치는 영향	191
3. 요약	193

제 4장 개스생성억제 및 저장성 개선에 관한 연구	197
제 1절 서 설	197
제 2절 개스생성기작 및 영향인자에 관한 연구	200
1. 재료 및 방법	200
가. 균주의 배양 및 이화학적 분석	200
나. 고추장의 팽창도 및 발생개스량 측정	200
2. 결과 및 고찰	200
가. 고추장에서 효모수의 증가와 ethanol 생성량	200
나. 액체배지에서 효모수의 증가와 ethanol의 생성량	203
다. 고추장의 제법이 개스생성 및 저장성에 미치는 영향	215
라. 소분이 개스생성에 미치는 영향	219
3. 요약	225
제 3절 항효모제에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선	226
1. 재료 및 방법	227
가. 검색물질의 마련	227
나. 검색방법	228
다. 이화학적 분석	228
2. 결과 및 고찰	229
가. 개스생성 억제를 위한 예비검정	229
나. 항효모제에 의한 저장성 개선 효과	237
다. 유망 첨가제의 확인 시험	246
3. 요약	249
제 4절 Ohmic heating에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선	249
1. 재료 및 방법	251

가. Ohmic heating system의 구성	251
나. 실험재료	251
다. 생균수 측정	253
2. 결과 및 고찰	253
가. 고추장의 전기적 특성 연구	253
나. 전기적 요소가 고추장의 가열에 미치는 영향	255
다. Ohmic heating에 의한 살균효과	258
3. 요약	259
제 5절 초고압살균법에 의한 전통고추장의 개스생성 억제 및 저장성 개선	259
1. 재료 및 방법	260
가. 초고압처리	260
나. 살균효과 측정	261
다. 관능검사	261
2. 결과 및 고찰	261
가. 살균효과 및 맛의 경시적 변화	261
3. 요약	265
제 6절 저온살균법에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선	266
1. 재료 및 방법	267
가. 균주 및 배지	267
나. 균주의 내열성 시험법	267
다. 고추장의 열전도도 측정	267
라. 색도의 측정	267
2. 결과 및 고찰	267
가. 효모의 생육 및 사멸온도	267

나. 공존물질의 영향	271
다. 소분 고추장의 열전도도 특성	278
라. 저온살균이 고추장의 풍미에 미치는 영향	284
3. 요약	286
제 7절 포장재의 개선에 의한 가스생성 억제 및 저장성 향상 . . .	286
1. 재료 및 방법	288
가. 재료	288
나. 시험방법	288
다. 투과도의 측정	289
라. 탈기 및 탄산가스 충전	289
마. 미생물학적 및 이화학적 성상	289
바. 열전도도 및 보냉효과	289
2. 결과 및 고찰	289
가. 포장재의 신축성이 팽창도와 저장성에 미치는 영향	289
나. 포장재의 투과성이 팽창도와 저장성에 미치는 영향	291
다. 포장재의 투과성이 저장성에 미치는 영향	298
라. 포장재의 재질에 관한 시험	300
3. 요약	304
참고 문헌	307

제 1장 서 론

제 1절 순창 전통고추장의 연혁

제 2절 순창 전통고추장의

생산현황 및 문제점

제 3절 본 연구 목적 및 내용

여 백

제 1장 서론

제 1절 순창 고추장의 연혁

고추장은 장류에 속하는 식품이다. 장류란 곡류를 가열발효시킨 조미료로 고추장과 더불어 간장, 된장 및 청국장 등을 들 수 있다. 그러나 식품학적으로 콩만을 이용하는 재래간장이나 된장류와는 달리 고추장은 전분질원료를 사용하여 단맛을 강조하며, 고추의 매운맛으로 향신료적 성격을 띠는 조미료이다. 즉, 재래간장이나 된장류가 단백질의 발효라면 고추장은 당발효가 주이며, 단백질의 발효는 부차적이라 할 수 있고, 자연히 발효의 경과나 관여하는 미생물의 균종에도 상당한 차이가 있을 수 있다. 차라리 고추장의 발효양상은 가열상태에서의 알콜발효라 함이 보다 정확한 표현일 것이다.

순창 고추장이 언제부터 명성을 얻게되었는지는 상고하기가 어렵다. 지역주민들은 역사성을 부각하기 위해 조선조 초기로 주장하나 뚜렷한 문헌적 근거를 제시하기는 어렵다. 침채류와 같이 장류에 관한 기록이 삼국유사에 나오는 것으로 미루어보아 우리 민족은 이미 삼국시대부터 가열발효의 기술을 터득하고 있었으며, 전분질 발효식품인 주류의 제조는 이미 선사시대의 일로 양자의 혼합형인 고추장의 제조도 비교적 일찍 행해졌을 것으로 추정된다. 다만 김치류에서와 같이 고추의 전래가 훨씬 후대의 일이라는 면에서 오늘의 김치나 고추장과는 상당한 차이가 있었을 것이다.

순창군은 노령산맥의 동사면에 위치한 산지군으로 북쪽은 500-700m대의 산악지대이고, 섬진강이 흐르는 남동사면에 양간의 평지가 널려 있을 뿐이다. 산지와 평지의 비율은 70대 30정도이고, 평지의 60%는 수답인 전형적

인 산지농업지대이다. 지형상 고추장의 생산과 관련된 뚜렷한 특징을 찾기 어렵고, 양질의 고추가 생산된다고는 하나 이 점은 동일한 자연환경을 지닌 인접 임실군 등에서도 비슷하여 고추장이 명성을 얻게된 동기로 보기는 어렵다. 순창 고추장이라 하나 고추장의 생산은 순창읍에 한정되어 있고, 지역주민들 간에는 읍소재지에서 반경 수km이내에서 생산된 제품만이 고유한 순창고추장의 풍미를 지닐 수 있고, 이 곳의 물맛에 원인이 있다는 주장을 펴기도 하나 과학적인 설득력은 없다.

한편 순창고추장을 논함에 있어 분명히 해야 할 부분이 있다. 즉, 단순히 순창고추장이라 하면 순창지방에서 생산되는 모든 고추장을 의미하는 것으로, 여기에는 일본식 장류제법을 원용한 소위 개량식 제법으로 제조되는 제품 등도 포함될 수 있어 본 연구의 대상이 되는 전통 고추장의 정의를 정리할 필요가 있다. 그러나 전통 고추장에 대한 원료나 제법에 대한 명확한 해석이 되어 있지 않은 현실에서 생산자마다 자가제법이 전통적인 것이라는 주장이 분분하여 상당히 어려운 일로 여기에서는 순창지방의 일반 가정에서 통용되고 있는 평균적인 제법으로 제조되는 재래고추장이라는 추상적인 정의를 내릴 수 밖에 없다.

예로부터 순창군에서는 고추장 외에 한과와 자수가 유명하였고, 60-70년대 이후에는 일교차가 심한 북쪽 산악지대에서 사육되는 비육우가 명성을 얻고 있다. 또한 장맛이 좋고, 음식 맛이 좋은 지역으로 알려져 있다. 자수는 섬세한 손길이 필요하고, 한과에는 질 좋은 찹쌀과 엿이 필요하다. 근본적으로 좋은 음식 맛에 익숙해 있는 주민들에게 한식의 주조미료인 고추장의 제조에 정성이 모아질 수 밖에 없고, 그 정성은 자수를 만드는 섬세함이나 한과를 제조하는 기술적 경험이 어우러져 순창 고추장에 모아진 것으로 생각된다. 사변적 논리이기는 하나 결국 순창 고추장은 순창군이 갖는 자연환경적 소득이 아니라 세월이 흐르면서 지역주민들에 의해 이룩된

문화적 결정체라는 결론을 내릴 수 밖에 없다.

제 2절 순창 고추장의 생산현황 및 문제점

순창군은 전형적인 산지농업지역으로 재래농업 외에 뚜렷한 산업시설이 전무하다. 강천사를 중심으로 하는 관광지가 있으나 산천경계가 소규모여서 관광수입 또한 군민의 소득증대에 큰 보탬이 될 정도는 못 된다. 더욱이 인접 광주시와의 차로가 20분 내외로 좁혀지면서 지역자본의 역외유출이 대단히 심각하여 지역개발이 어려운 실정이다. 이러한 현실에서 비록 순창읍에 편중되어 있기는 하나 고추장 산업은 이 지역의 경제발전에 현실적이면서도 상징적인 견인차 역할을 훌륭히 수행하고 있다.

순창 전통고추장이 본격적인 상업생산에 들어 선 것은 88고속도로의 개통으로 시작되었는데, 규모는 1996년 기준 300M/T 생산에 30억원으로 집계되고 있다. 그러나 고추장이 가내수공업적 생산이 가능한 식품이라는 점을 감안한다면 일반가정에서의 비공개적인 생산, 거래량도 상당하여 실거래량은 보다 높을 것이며, 의견에 따라서는 오히려 더 높을 수도 있다는 주장도 있다. 문제는 이들의 거래량이 아니라 모든 전통식품의 경우가 그러하듯 품질면이나 위생성, 투명성 등이 보증되지 않을 때 순창 고추장에 대한 부정적 인식을 불러올 위험이 크다는 점에서 시급히 양성화시킬 수 있는 대책이 강구되어야 할 필요가 있다.

순창 고추장이 비록 지역경제에 상당한 보탬을 준다고는 하나, 경제규모가 커지는 현실에서 볼 때, 실질적인 기여도는 점차 낮아질 수도 있다. 그러나 전통고추장으로 얻어진 신뢰성을 기반으로 한 관련산업의 성장이라는 부차적인 효과도 무시할 수 없고, 실제 자본회수가 더딘 고추장의 결점을 김치를 비롯한 반찬류의 판매제고로 보충하고 있는 실정이다. 이 점은 앞

으로 순창군이 식품산업에 지향할 중요한 지평을 보여주고 있다. 따라서 순창 고추장의 전통성을 유지함은 지역경제의 발전을 위한 기본적 과제이며, 나아가서 조상전래의 문화유산을 지킨다는 정신의 문제이기도 하다. 또한 이 점은 비단 순창군이라고 하는 지역적 한계를 넘어 지역개발을 지역 특이성으로 유도하려는 많은 경우에 공통적으로 통용되는 현실이다.

지금까지 자가소비를 위한 소량 생산의 경우 고추장과 같은 가염발효식품은 숙성 및 저장과정에서의 품질변화가 크게 문제시되지 않는 것이다. 그러나 대량생산에 의한 상품으로서의 균일한 품질유지, 저장 및 유통과정에서의 변질방지등 해결해야 할 많은 문제점을 안고 있다. 일반가정은 물론 대부분의 생산업체가 지극히 영세한 규모로 뚜렷한 과학적인 지식이나 관리를 도외시한채 감각적인 제조법에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 제품이 갖는 풍미의 지속성이나 품질의 균일성에 상당한 의문을 제기하게 되고, 실제적으로 이러한 결점을 보완하기 위한 이차적인 가미는 진위의 시비를 낳고, 단순히 매운맛과 단맛 일변도로 획일화 되어감으로써 순창 고추장의 전통성을 흔들고 있음도 사실이다. 이는 제법에 대한 과학적인 지식의 결여에서 오는 현상이겠으나, 과다한 경쟁 및 미등록업체의 무책임에도 원인이 있을 것이다.

순창 고추장의 전통성을 위협하는 또 다른 요인으로는 제법에 관한 것이다. 전통적으로 고추장의 숙성은 6개월 이상의 장기간을 요한다. 그럼에도 불구하고 한정된 시설이나 자본규모에 비해 대량을 단기간에 제조하고자 하는 노력은 무비판적인 속양수단을 강구되고, 일부 저가의 대체원료를 사용함으로써 더욱 품질을 떨어트리게 된다.

순창고추장은 전통성을 지닌 발효식품으로 과학적으로 모든 현상을 완전히 해석한다는 것은 사실상 불가능에 가깝고, 또 그럴 필요도 없다. 전통식품이 갖는 고유한 풍미, 그것은 과학적인 해석없이도 경험 많은 장인의

올바른 손길에 의해 가능하다. 다만 경험의 우선은 아집을 낳게 되고, 아집은 자기합리화를 위한 위선을 부르게 된다. 지금과 같은 무한경쟁시대에 있어서 이러한 아집이나 자기합리화를 가릴 수 있는 최소의 과학적인 지침이 만들어져야 한다. 이런 면에서 재료나 담금방법에 대한 최소한의 규제를 가할 수 있는 표준시방서 및 순창 전통고추장만의 품질규격서가 나와야 할 것이다. 이렇게 하기 위해서는 먼저 순창 전통고추장에 대한 재료나 제조방법 등에 보다 명확한 정리가 이루어져야 할 것이다.

그러나 현실적으로 순창 고추장에서 우선 해결해야 할 가장 시급한 문제점은 효모의 과다증식에 의한 개스생성이다. 특히, 순창 고추장은 공장고추장과는 달리 고유의 풍미를 유지하기 위해 전혀 가열되지 않은 상태로 유통되기 때문에 여기에서 오는 상품성의 저락이 심각하다. 지금까지 연구된 바로는 개스생성은 과다증식된 효모의 알콜발효에서 야기되는 현상으로 결론 짓고 있는데, 현지에서는 정상적인 고추장숙성의 한 과정으로 인식되며, 품질에 미치는 영향은 긍정적인 면도 있다. 그러나 상품으로 유통되는 과정에서 일어나는 고추장의 팽창은 식품이 가져야하는 청결성이나 위생성에 의구심을 불러오게 되고, 결국 소비자에게 외면당하는 결과를 낳고 있다.

개스생성은 고추장에 혼재하는 미생물에 의해 야기되는 현상이기 때문에 발효과정에서 적절한 미생물의 관리가 이루어져야하겠으나 숙성축진과 숙성 미생물억제라는 상반되는 양자를 해결해야 하는 어려움이 있고, 저장-유통 과정에서의 억제는 보존료의 첨가나 가열 등 위생성이나 풍미의 저락을 가져올 위험이 있어 현실적으로 해결이 지난한 문제이다.

제 3절 본 연구의 목적 및 내용

순창 고추장이 안고 있는 해결해야 할 문제점은 품질의 유지 및 개선과

함께 유통과정에서 발생하는 가스생성에 의한 팽창현상의 예방인데, 이 중 가장 시급히 해결해야 할 사항은 팽창현상이다. 그러나 이 문제가 비록 시급하다하여 단순직입적으로 접근해서는 불가능하며, 설명 가능하다 해도 궁극적인 방법일 수는 없다. 근본적인 해결을 위해서는 고추장의 담금에서 유통단계에 이르는 전과정에 걸쳐 관련미생물의 균종에 따른 생리적 특성이나 균종의 변화를 파악하고, 재료나 제법상의 특성이 어떻게 이들의 변화에 영향을 미치는가를 이해하고, 풍미와 위생성을 해치지 않는 적절한 제균방법을 모색해야 할 것이다. 이러한 목적을 위해서 본 연구에서는 다음과 같은 조사, 연구과정을 거치게 되었다.

1. 현지조사를 통하여 공장은 물론 일반가정에서 시행되고 있는 제법에 대한 조사를 실시하고,
 2. 공장이나 일반가정을 선별하여 고추장 제조의 전과정에 걸쳐 경시적으로 균총조사를 실시하여 미생물상의 변화를 파악하고,
 3. 주요 균종에 대한 생리적 특성을 조사하고,
 4. 재료나 제법상의 차이가 미생물상이나 제품의 품질 및 저장성에 미치는 영향을 시험하고,
 5. 천연식품에서 유래하는 항균성 물질의 첨가나 ohmic heating법, 초고압살균법 및 저온살균법을 이용한 저장성의 개선책을 찾고자 했다.
- 이상의 과정을 거쳐 다음과 같은 연구가 이루어졌다.

1. 순창 전통고추장 관련 미생물에 관한 연구
 - 가. 관련 미생물의 분리, 동정 및 균총조사
순창 전통고추장에서 균종별로 검출빈도 및 균체수를 조사하고, 분리된 균주를 동정함.
 - 나. 고추장 관련 균주의 생리적 특성

고추장에서 분리한 효모류, 젖산균류, 일반세균류 및 사상균류의 생리적 특성을 연구함.

다. 균의 유입원 조사

원료별로 미생물의 분포를 조사하고, 엿기름 첨가 후 60-65℃의 가온당화 조작이 균량에 미치는 영향을 조사함.

2. 고추장의 제법에 따른 제품의 특성 및 균총변화에 관한 연구

가. 순창 전통고추장의 제법에 관한 실태조사

원료의 종류 및 혼합비율, 담금방법 및 저장 중의 관리에 관한 조사를 행함.

나. 원료의 배합비율에 따른 제품의 특성 및 균총변화

수분함량, 소금농도, 메주가루, 고춧가루, 엿기름, 물엿 및 찹쌀과 같은 원료의 혼합비율이 고추장의 숙성경과 및 균총변화에 미치는 영향을 조사함.

발효경과는 pH와 적정산도, 젖산 및 식초산농도, 맥아당, 포도당 및 총환원당량, ethanol 및 glycerol 농도를 측정하고, 균총변화는 효모류, 젖산균류 및 일반세균류로 나누어 균체수를 조사하여 파악함.

다. 원료의 전처리, 효모의 접종 숙성온도 및 발효조의 관리방법이 고추장의 특성 및 균총에 미치는 영향.

가온당화조작, 찹쌀의 장기간 침지, 효모의 혼합접종 및 발효조의 관리방법이 숙성경과나 균총변화에 미치는 영향을 조사함.

3. 개스생성억제 및 저장성 개선에 관한 연구

가. 개스생성기작 및 영향인자에 관한 연구

효모의 균체수와 ethanol 생성량, ethanol 생성량 및 탄산가스발생량과의

관계를 수리적으로 해석하고, 고추장의 제조조건이 개스생성 및 저장성에 미치는 영향을 조사하고, 소분조작이 개스생성에 미치는 영향을 조사함.

나. 항효모제에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

겨자(allylisothiocyanate), 황기, 마늘과 같은 항균식품이나 ethanol, 식초산, 중급 지방산 및 효모가 생성하는 독성 peptide의 항균효과를 예비 검증하여, 개스생성의 억제나 저장성 개선에 효과가 큰 유망첨가제의 실용화를 위한 연구를 함.

다. Ohmic heating에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

고추장의 전기적 특성, 전기적 요소가 고추장의 가열에 미치는 영향 및 Ohmic heating에 의한 살균효과를 연구함.

라. 초고압살균법에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

초고압살균법의 살균효과와 고추장의 풍미에 미치는 영향을 연구함.

마. 저온살균법에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

효모의 생육 및 사멸온도, 저온살균시 공존물질의 영향, 소분 고추장의 가열 특성 및 소분 고추장의 살균효과와 풍미에 미치는 영향을 연구함.

바. 포장재의 개선에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

포장재의 재질이 고추장의 팽창이나 저장성에 미치는 영향을 조사함.

제 4절 연구기간

제 1차 1995년 12월 1일 부터 1996년 11월 30일까지

제 2차 1996년 12월 1일 부터 1997년 11월 30일까지

제 5절 연구원 구성

구 분	성 명	소 속	비 고	
총괄연구책임자	권 태영	전주대학교 미생물학과 교수	연구총괄	
연구원	진 효상	전주대학교 미생물학과 부교수	미생물 분리	
	김 홍남	전주대학교 객원 연구원	미생물 동정	
	윤 재태	전주대학교 대학원 생물학과	이화학적 분석	
	김 상엽	전주대학교 대학원 생물학과	이화학적 분석	
	양 은진	전주대학교 대학원 생물학과	이화학적 분석	
	김 형욱	전주대학교 대학원 생물학과	미생물 배양	
	연구보조원	정 용영	전주대학교 미생물학과	
		한 영숙	전주대학교 미생물학과	
		황 은경	전주대학교 미생물학과	
		이 정탁	전주대학교 미생물학과	
		이 은영	전주대학교 미생물학과	
		이 지영	전주대학교 미생물학과	
	협동연구책임자	변 유량	연세대학교 식품생물공학과 교수	Ohmic heating 법
연구원	정 진훈	연세대학교 식품생물공학과		
	문 권주	연세대학교 식품생물공학과		
협동연구책임자	진 홍승	우정 식품 연구소	초고압살균법	
협동연구책임자	양 삼철	순창골 전통 식품	적응시험	
	강 신례	순창골 전통 식품	적응시험	

여 백

제 2장 순창 전통고추장 관련 미생물에 관한 연구

제 1절 서 설

제 2절 관련 미생물의 분리, 동정 및 균총조사

제 3절 고추장 관련 균주의 생리적 특성

제 4절 균의 유입원 조사

여 백

제 2장 순창 전통고추장 관련미생물에 관한 연구

제 1절 서 설

한국산 재래장류의 미생물학적인 특성에 관해서는 많은 연구보고가 있다 (1). 그러나 이들을 종합하여 볼 때 뚜렷한 특징을 규정짓기는 지극히 어렵다. 이것은 대부분의 연구가 일과성의 단편적인 추적에 머물렀던 탓도 있겠으나 재래장류의 제법이 방임적이므로 그만큼 발효양상이 다양하다는 것을 의미하며, 이는 개선되어야 할 부분으로, 개개 제품의 독자성을 개발할 여지가 많다는 긍정적인 면도 있다.

고추장의 발효, 숙성은 메주로부터 시작되는 것으로, 숙성된 고추장 메주는 필요한 효소와 미생물을 공급하는 역할을 하게되며, 양질의 고추장을 생산하기 위해서는 양질의 메주가 필수적이라고 할 수 있고, 고추장에서 일어나는 발효현상을 해석하기 위해서는 우선 메주에서부터 해결의 실마리를 찾아야 할 것이다.

고추장용 메주에 대한 미생물학적인 연구는 많지 않아 전모를 파악하기가 어려우나, 장류에 대한 일반적인 경우를 종합하여 볼 때 다음과 같은 추정이 가능하다. 즉, 고추장 메주의 제조는 일반 장류용 메주와 같이 방임적으로 제조되기 때문에 미생물의 균종이나 서식밀도가 다양하나, 대체로 *Bacillus subtilis*가 주 우점종이며, *Aspergillus oryzae*나 *Mucor*속과 같은 사상균도 서식하고 있을 것으로 인식되고 있다(1). 자연상태에서 숙성된 메주는 효소의 역가가 불확실하고, 잡다한 균주들로 오염되어 있어 고추장의 숙성경과나 제품의 품질유지에 확실성을 기할 수 없는 결점을 보완하

기 위해 제법의 개선(2), 엿기름의 첨가, *Aspergillus oryzae*을 이용한 코오지의 사용 등으로 효소의 역가를 높여서 숙성을 촉진시키고, 우수한 품질의 고추장을 제조하려는 다양한 시도가 있다(3-5). 그러나 순창 고추장의 전통성을 감안한다면 바람직한 방법일 수는 없다고 보겠다.

고추장에 대한 미생물학적인 검토는 균종이나 균총의 변화 등에 걸쳐 다양하게 시도되었는데, 검출되는 미생물은 효모류(1,6-9), 젖산균류(8,10) 및 일반세균류(8,11)의 3부류로 대별할 수 있으며, 연구의 주안점은 균종의 분리 및 동정과 숙성과정에서의 동태를 추적하는 데에 모아졌다. 그러나 이들이 고추장의 숙성과정에서 어떠한 역할을 수행하며, 더욱이 품질이나 저장성과 관련지은 연구는 전무한 실정이다.

순창 전통고추장에 대해서는 명성에 걸맞는 신비를 풀기 위한 다각적인 연구가 진행되었으나 대부분의 연구가 제법에 관심을 보였을 뿐 미생물학적인 접근은 시도된 바가 없고, 연구결과 또한 다른 지역의 고추장과의 뚜렷한 차이점을 도출해내지 못했다(12). 물론 순창 전통고추장이라 하여 미생물학적인 특이점이 존재할 가능성을 기대한다는 것은 무리이다. 어쨌든 이러한 연구결과를 토대로 고추장에서 일어나는 일반적인 발효경과를 유추해 보면, 일차적으로 전분이 메주의 효소에 의해 맥아당으로 가수분해되고, 효모에 의한 알콜발효에 이용되게 되는데, 이렇게 해서 생성된 ethanol은 풍미를 좌우하는 한 요소가 된다고 볼 수 있다. 즉, 고추장의 숙성과정에서 효모는 주 발효균이라 할 수 있고, 최고균수는 $1E6-1E8$ 수준이며(1, 6-9), 모두 내염성 효모들로 *Zygosaccharomyces rouxii*가 주종을 이루고 있다(5). 이 외에 *Saccharomyces* sp., *Pichia* sp., *Debaryomyces* sp., *Hansenula* sp.에 속하는 균주들도 보고되어 있다(1). 한편, 내염성 효모들은 고추장 발효의 주 발효균임과 동시에 왕성한 알콜발효력으로 다량의 탄산가스를 생성함으로써 팽창의 원인균으로도 작용한다(9).

속성 중인 고추장에서는 젖산균과 일반세균도 검출되는데 젖산균의 경우 연구자에 따라 상당한 차이가 있으나 대략 $1E5$ - $1E6$ 수준이고, 일반세균은 $1E5$ 수준으로 존재하는데, 젖산균에 대해서는 젖산생성이라는 역할은 인정되나 확실히 밝혀진 균종에 대한 보고가 없고, 일반세균의 경우에는 *Bacillus* 속이 대부분이나, 뚜렷한 역할이 알려져 있지 않다(9).

본 연구에서는 순창 전통고추장의 미생물상을 파악함으로써 개스생성이나 보존성을 저해하는 원인균을 확실히 하고, 이들의 생리적 특성을 파악함으로써 효과적인 방제법을 강구하기 위한 기초단계로 시행되었다.

제 2절 고추장 관련 미생물의 분리, 동정 및 균총조사

전통(재래)적인 제법으로 제조되는 고추장과 고추장매주등 관련식품을 대상으로 미생물의 균종을 확인하고, 균총의 변화를 경시적으로 조사하였다.

1. 재료 및 방법

가. 미생물의 분리 및 배양

1) 시료의 채취 및 조제

고추장에 서식하는 균주를 분리하고, 시기별 서식밀도를 파악하기 위해 경시적으로 32개소의 가옥에서 시료를 채취하였다.

2) 배지

미생물의 분리 및 배양을 위해 사용된 배지는 표2-1과 같다.

고추장 추출물은 고추장에 5배량의 수돗물을 가하여 60 - 65°C 수욕중에서 4시간 가수분해시키고, 거즈로 여과한 즙액을 6000rpm 에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취했다. 한편, 사상균용 배지는 PDA배지를 사용하였다(14).

표2-1. 균주의 분리 및 배양용 배지

효모용 배지	젖산균용 배지	일반세균용배지
Glucose 20g	Glucose 10g	Glucose 5g
Peptone 5g	Tryptone 5g	Peptone 10g
Yeast ext. 5g	Yeast ext. 5g	NaCl 60g
MgSO ₄ 7H ₂ O 0.4g	Meat ext. 10g	고추장 추출물 200mL
KH ₂ PO ₄ 1g	Na-thiogluconate 1g	증류수 800mL
Na-propionate 2g	NaCl 60g	pH7.0
NaCl 60g	고추장 추출물 200mL	
증류수 800mL	증류수 800mL	
pH5.0-5.5	pH7.0	

3) 분리 및 배양방법

일반세균의 분리는 혼화법을 사용하고, 30℃에서 1-2일간 배양하였다. 젖산균은 혼화법으로 분리하고 진공용기에 넣어 30℃에서 2-3일간 배양하였다. 효모는 평판도말법으로 분리하고, 25℃에서 2-3일간 배양하였다.

나. 미생물의 동정

1) 배양적 특성

일반상법에 따라 시험하였다(14,15).

2) 지방산 분석 및 PCR법에 의한 확인동정

균체의 지방산 조성에 의한 일반세균 및 젖산균의 동정은 이 등(16)의 방법에 따라 시험하였다.

DNA 마커를 이용한 효모류의 동정은 다음과 같은 방법으로 행하였다(17-19). 효모의 DNA는 zymoliasse와 SDS를 사용하여 추출되었고, 0.8% 아가로스 겔을 이용하여 그 순도와량을 확인하였다. DNA 마커로서는 (GATA)₄와 (GACA)₄를 사용하였다. PCR(Polymerase chain reaction)을 위해

서 DNA는 약 200ng이 사용되었고, Gene Amp PCR System 2400(Perkin Elmer, USA)를 사용하여 행하였다. 반응조건은 마커에 따라 각각 달리 하였다. (GATA)₄를 마커로 사용했을 때는 초기에 93℃에서 3분동안 DNA를 denaturing시키고 이어서 93℃에서 20초간 denaturing, 40℃에서 60초간 annealing, 72℃에서 20초간 elongation 조건에서 40회 반복되었다. (GACA)₄를 사용했을 때는 이 마커의 GC%가 높기 때문에 annealing 온도를 높여 52℃에서 60초간 annealing 하였고 그 이외의 반응조건은 동일하게 하였다. 0.8% 아가로스겔로 PCR산물의 증폭여부가 확인되었고 이어서 1.2% 아가로스겔에서 100V로 4시간 영동되었고 EtBr로 염색을 하여 UV illuminator하에서 사진을 찍었다. λ /HindIII DNA 마커로 밴드의 길이를 측정하고 각 균주가 동일한 크기의 DNA를 갖고 있는가를 확인하였고, 서로의 유사성 관계는 다음의 식을 이용하여 계산되었다.

$$\text{Similarity index} = 2XY / X+Y$$

여기에서 X와 Y는 각각 비교되어지는 두 균종의 band의 수이고 XY는 두균종간에서 일치하는 band의 수이다. 즉, 어느 정도 유사한 가를 나타내는 유사성의 정도를 나타낸다. 이 유사성의 값을 기초로 표준균주와 비교하여 동일균주의 가능성을 추정하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 균종별 검출빈도 및 균체수

순창 전통고추장에서 경시적으로 총균수를 조사하고, 일차적으로 집락의 형태나 색깔 등의 차이에 의해 균주를 분리하였으며, 균주별로 생균수를 측정한 결과는 다음과 같다.

1) 월별 총균수 조사

계절별로 조사한 효모류, 젖산균류, 일반세균류의 총균수는 표2-2와 같다.

표2-2. 순창 전통고추장에서 계절별 총균수의 변화(CFU/g)

월	효 모	젖산균	일반세균
2	1.2E6	1.4E6	3.0E5
4	3.2E7	4.5E7	8.5E5
6	2.4E8	3.1E7	2.0E6
8	3.0E8	3.0E7	2.0E6
10	1.7E8	1.2E7	1.4E6
12	1.0E7	3.5E6	1.2E6

전체적으로 4월부터 균체수가 증가하기 시작하여 6-8월에 최고치에 달하고, 소강상태를 이루다가 점차 하강하는 경향을 보이고 있다. 순창지방의 고추장 담금 시기는 3월경으로 균의 최성기는 담금 2-3개월경임을 알 수 있다.

균종별 추세는 효모의 경우, 담금 1개월 후에 3.2E7로 증식하고, 2-3개월 후에는 3.0E8로 최고치를 보이다가 점차 낮아지면서 1년 후에는 1.2E6를 보이고 있다. 고추장의 숙성과정에서 균체수의 변화는 연구자에 따라 상당한 차이가 있다. 이것은 제법이나 숙성조건의 차이에서 오는 현상이라고 볼 수 있는데, 특히, 고추장의 부풀림 현상과 관련지어 볼 때 효모의 밀도가 최고치에 도달하는 시점이나 균체량은 팽창시기와 정도를 가늠할 수 있는 척도가 되기 때문에 중요한 사항이다. 이 등(6)은 담금 5개월 후에 5E5, 권 등(10)은 90일 후에 1E6, 안 등(11)은 40일 경에 1E6, 이 등(8)은 90일 경에 2E7수준에 달하였다는 보고와 비교할 때 도달 시기는 비슷하나, 균량에 있어서는 이들의 조사보다 월등히 높다.

젖산균은 담금 3개월 후에 3.1E7로 최고치에 달하고, 점차 하강하여 1년 후에는 1.4E6으로 낮아지고 있어 이 등(8) 및 김 등(10)의 보고와 비슷한 경향을 보인다. 일반세균도 담금 3개월 후에 2.0E6으로 최고치에 달하다가 점차 하강하여 1년 후에는 3.0E5로 낮아지고 있어 이 등(8) 및 김 등(10)의 보고와 비슷한 경향을 보이나, 다만 전반적인 균체수에 있어 본 조사가 월등히 낮으며, 균체수의 증감은 다른 균류에 비해 크지 않음을 알 수 있다.

2) 효모에 관한 조사

9종의 효모가 분리되었으며, 이들의 평균 균체수는 표2-3과 같다.

검출빈도나 균체수는 시료나 조사 시기별로 변이가 심하였으나 Y1균주가 최우점종으로 90%이상의 시료에서 검출되었고, 균체수도 최고 1.8E8를 보인다. 특히, 이 균주는 Y2와 더불어 부풀림현상이 일어나고 있는 대부분의 고추장에서 공통적으로 검출되었다. 조사과정에서 Y5균주는 고추장의 표면에서 주로 검출되었으며, 관리가 소홀한 고추장이나, 특히 음지에서 숙성, 보관된 고추장에서 많이 발생하는 경향이 있었다. 일차적인 외견상의 비교에서 B, D1 및 D2균주는 된장에서도 검출되는 균주로 특히 수분함량이 낮은 소분(小分) 고추장의 대형가공에서 주로 관찰되었다. 출현빈도는 B균주가

표2-3. 순창 전릉고추장의 숙성, 저장과정에서 효모류의 분포

조사시기	균종별 출현빈도(%) 및 균수(CFU/g)								
	Y1	Y2	Y5	Y6	Y8	Y10	B	D1	D2
2월 빈도	89	48	1	13	12	27	34	5	6
균수	6.4E5	3.5E5	1.0E3	2.2E4	1.4E4	1.7E4	9.7E4	6.4E4	2.4E3
4월 빈도	93	32	5	10	26	33	19	22	16
균수	2.5E7	4.5E6	6.3E4	1.5E6	3.7E5	1.8E5	1.0E5	5.4E5	1.7E4
6월 빈도	98	30	12	9	32	28	29	18	34
균수	1.8E8	3.2E7	5.5E4	3.5E6	6.6E6	3.2E6	1.4E6	3.7E6	6.4E6

*출현빈도(%) = (검출고추장수 / 총고추장수) × 100

*균수는 검출고추장들의 평균치임

가장 높아 20-30%수준이었고, 균체수는 1E5-1E7정도였다. Y5, B, D1 및 D2 균주는 고추장 상주균으로 보기는 어렵고, 특히 B, D1, D2균주의 오염원인은 고추장의 제조가 간장이나 된장제조와 동일한 장소에서 이루어 지는 데에 있다고 생각된다.

3) 젖산균에 관한 조사

총 5종의 균주가 분리되었다(표2-4).

분리된 균주 중에 RL4가 최우점종으로 모든 시료에서 1E6-1E8수준으로 검출되었으며, 다음 JL로 50%내외의 시료에서 1E4-1E7수준으로 검출되었다.

표2-4. 순창 전통고추장의 숙성, 저장과정에서 젖산균의 분포

조사시기	균종별 출현빈도(%) 및 균수(CFU/g)				
	RL4	LRK1	JL	RLS1	RLS2
2월 빈도	99	3	56	28	17
밀도	1.0E6	4.6E3	3.6E5	2.5E3	1.2E2
4월 빈도	100	1	33	17	42
밀도	4.5E7	1.5E5	4.4E4	9.5E3	3.5E4
6월 빈도	100	3	45	15	18
밀도	2.4E7	1.1E3	2.6E5	6.7E6	4.5E5

*출현빈도(%)= (검출고추장수 / 총고추장수) × 100

*균수는 검출고추장들의 평균치임

나머지 3균주는 다양한 시료에서 간헐적으로 검출되었으나 균체수가 비교적 적어 일반적인 상주균으로 보기는 어려웠다.

4) 일반세균에 관한 조사

일반세균에 관한 조사에서는 다음과 같이 5균주가 출현빈도에 있어서 차이가 있으나 비교적 일반적으로 검출되었다(표2-5).

A1균주가 가장 일반적인 균종으로 모든 시료에서 검출되었으며, 균체수는 1E6내외로 시료간에 큰 차이가 없었다. A7-1은 80-90%빈도에 1E5수준의 균

체수를 보였으며, A7-2나, A7-3 및 A-12는 간헐적으로 검출되어 출현빈도
 표2-5. 순창 전통고추장의 숙성, 저장과정에서 일반세균류의 분포

조사시기	균종별 출현빈도(%) 및 균수(CFU/g)					
	A1	A7-1	A7-2	A7-3	A12	
2월	빈도	100	88	15	12	7
	균수	6.5E4	1.7E5	3.3E4	1.5E3	2.5E4
4월	빈도	100	67	23	10	15
	균수	4.4E5	3.6E5	1.2E3	7.2E3	3.3E4
6월	빈도	100	60	21	17	22
	균수	1.8E6	1.4E5	4.4E3	1.5E4	5.3E3

*출현빈도(%) = (검출고추장수 / 총고추장수) × 100

*균수는 검출고추장들의 평균치임

20%내외, 균체수는 1E4수준이었다. 본조사에서 A1과 A7-1은 비교적 고르게 분포하고 있음을 알 수 있다. 그러나 이들은 모두 조사기간 중 뚜렷한 균수의 증가가 보이지 않아 고추장의 숙성과는 무관한 균주들로 추정되었다.

5) 사상균에 관한 조사

조사기간 중 고추장의 표면에서 관찰된 사상균의 관찰빈도는 표2-6와 같다.

표2-6. 순창 전통고추장의 숙성 및 저장과정에서 사상균의 발생빈도

조사시기	균 종		
	P	A	M
2월	2	1	0
4월	3	0	1
6월	6	1	2

*P: *Penicillium* sp., A: *Aspergillus* sp., M: *Mucor* sp.

*발생빈도(%) = (발견 가옥수 / 총조사가옥수) × 100

사상균의 출현은 일부 관리가 불충분한 고추장의 경우이며, 대부분의 경우 소규모의 집락이 발견되는대로 제거함으로써 예방하고 있었다.

나. 분리균주의 동정

1) 효모류의 동정

분리된 9종의 효모류를 동정하기 위한 형태적 및 생리적 특성에 관한 실험결과는 표2-7 및 표2-8과 같다.

표2-7. 순창 전통고추장에서 분리한 효모류의 분류학적 특성(1)

특 성	Y1	Y2	Y6	Y8	Y10
집락의 형태					
표면	습윤	습윤	습윤	습윤	습윤
색	회백색	백색	황백색	백색	회백색
주연	En	En	Un	F	En
액체배지	효모환	효모환	효모환	효모환	효모환
세포의 특성					
크기(μm)	7.08	6.67	6.88	6.67	2.5×5.0
모양	o	o	o	o	E
자낭포자	1-4(G)	1-4(G)	1-4(G)	1-4(G)	1-4(G)
coenzyme Q	Q6	Q6	Q6	Q6	Q6
발효					
Glucose	+	+	+	+	+
Galactose	-	-	-	-	+
Xylose	-	-	-	-	-
Maltose	+	+	+	+	+
Sucrose	+	+	-	+	+
Lactose	-	-	-	-	-
Raffinose	-	-	+	+	+
Trehalose	-	-	-	-	+
Mannitol	-	+	-	+	-
동화					
Galactose	+	+	+	+	+
Ribose	-	-	-	-	-
Xylose	-	-	+	-	-
Rhamnose	-	-	-	+	-
Sucrose	+	+	+	-	+
Citrate	-	-	-	-	-
Methanol	-	-	-	-	-
Ethanol	+	+	+	+/-	+
Glycerol	+	+/-	+	+	+/-

*En(entire), Un(undulate), F(filamentous), O(oval), E(ellipsoidal),

표2-8. 순창 전릉고추장에서 분리한 효모류의 분류학적 특성(2)

특 성	Y5	B	D1	D2
집락의 형태				
표면	건조	반습윤	건조	건조
색	백색	회색	백회색	회색
주연	F	F	F	F
액체배지	피막	피막	피막	피막
세포의 특성				
크기(um)	3.8×6.9	6.3	5.4	5.6
모양	E	O	O	O
자낭포자	1-4(H)	1-4(O)	1-4(O)	1-4(O)
Coenzyme Q	Q7	Q9	Q9	Q9
발효				
Glucose	+	+	+	+
Galactose	-	-	-	+/-
Xylose	+	-	-	-
Maltose	+	+	+	+
Sucrose	+	-	+	+
Lactose	-	-	-	-
Raffinose	+	+	+	-
Trehalose	-	-	-	-
Mannitol	-	+	+	+
동화				
Galactose	+	+	+	+
Ribose	+	+	-	-
Xylose	+	+	+	-
Rhamnose	-	+	-	+
Sucrose	+	+	+	-
Citrate	+	+	+	-
Methanol	-	-	-	-
Ethanol	+	+/-	+	+
Glycerol	+	+	+	+

*F(filamentous), E(ellipsoidal), O(oval)

한편, 생리적 특성에 의해 동정된 효모류는 DNA마커로 각각의 유사성의 정도가 확인되었다. (GACA)₄ marker(표2-9)에서 Type strain의 속간에서는 거의 유사성이 없고 종간에서 29% 또는 40%를 나타내고 있었다. 한편, Y1과 Y2는 55%의 유사성을 보이고 Y1과 비교할 때 Y6과 Y8는 각각 75%와 55%를 보이고 있었다. Y2는 Y6, Y8과 각각 77%와 93%의 유사성을 보이고 있었

다. Y5는 어느 것과도 유사성을 보이지 않았다. Y6는 Y8과 77%의 유사성을 보이고 있었다. Y10은 D1, D2와 약간의 유사성을 보이나 type strain의 종간 40%보다 낮았다. D1과 D2는 44%의 유사성을 보이고 B와 D2는 31%로 종간 수준을 보였다. type strain과 비교하면 Y1, Y2, Y6, Y8은 *Zygosaccharomyces rouxii*와 대체적으로 높은 유사성을 보였다. Y5는 어느 type strain과도 유사성이 없었다. Y10 또한 거의 유사성을 보이지 않았다. B는 모든 type strain과 대단히 낮은 유사성을 보였다.

(GATA)₄를 마커(표2-10)로 사용했을 때에는 (GACA)₄와 유사한 결과를 보이나, Y1, Y2, Y6, Y8이 유사성이 있고, Type strain의 *Zygosaccharomyces rouxii*와도 유사성을 보였다. 특히, (GACA)₄와는 달리 D1과 D2는 86%라고 하는 높은 유사성을 보였다. 또한 B는 *Debaryomyces*와 속간의 유사성을 나타내었다.

이상의 결과로 Y1, Y2, Y6, Y8은 생리학적 및 형태학적인 결과와 거의 일치하고 있어 *Zygosaccharomyces rouxii*로 추정하는데 무리가 없었다. 그러나 변종일 가능성도 배제 할 수는 없었다. Y5와 Y10은 현재의 어느 Type strain과도 일치할 가능성이 없고 이것은 유사한 Type strain을 사용하지 않았던 결과로 생각되어지고 생리적 및 형태적으로 동정된 species가 전적으로 부정되는 것은 아닐 것으로 생각된다. B, D1, D2는 그 유사성 정도로 보아 *Debaryomyces*속일 가능성은 있다. 이것도 생리적 및 형태적 추정과 상당한 유사성을 가지고 있으나 Y10, Y5의 경우와 같이 동원된 type strain과의 불일치에서 오는 결과로 생각된다.

이상의 제반 특성에 의해 Y1, Y2, Y6, Y8균주는 *Zygosaccharomyces rouxii*이며 변종관계로 확인되었으며, Y10균주는 *Torulospira fermentati*로 동정되었다. Y5균주는 *Hansenula anomala*로, D1과 D2는 *Debaryomyces membranefaciens*, B균주는 *Debaryomyces* sp.로 동정되었다. 고추장의 속성

표2-9 (GACA)₄ 마커로 증폭된 효모류 DNA단편으로부터 추정된 유사성의 값

	Y1	Y2	Y5	Y6	Y8	Y10	D1	D2	B	Sc	Dv	Pa4	Zr	Pa7	Kf	Dh
Y2	0.55															
Y5	0	0														
Y6	0.75	0.77	0													
Y8	0.55	0.93	0	0.77												
Y10	0	0	0	0	0											
D1	0	0	0	0	0	0.31										
D2	0.25	0.15	0	0	0.15	0.15	0.44									
B	0.18	0	0	0	0	0.12	0.17	0.31								
Sc	0.33	0.18	0	0	0	0	0	0.25	0.20							
Dv	0	0.20	0	0	0.20	0	0	0.29	0.20	0						
Pa4	0	0	0	0.22	0	0.16	0.25	0	0.17	0	0					
Zr	0.60	0.66	0	0.44	0.66	0.13	0	0.17	0.26	0	0	0				
Pa7	0.25	0.15	0	0.2	0	0	0.22	0.40	0.15	0	0	0.40	0.17			
Kf	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0		
Dh	0.25	0	0	0.25	0	0	0	0.20	0.20	0	0.29	0	0	0	0	
Tc	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0

*Sc: *Saccharomyces cerevisiae*, Dv: *Debaryomyces vanriijiae* var. *vanriijiae*, Pa4: *Pichia anomala*, Zr: *Zygosaccharomyces rouxii*, Pa7: *Pichia angusta*, Kf: *Kluyveromyces fragilli*, Dh: *Debaryomyces hansenii* var. *fabryii*

표2-10 (GATA), 마커로 증폭된 효모류 DNA단편으로부터 추정된 유사성의 값

	Y1	Y2	Y5	Y6	Y8	Y10	D1	D2	B	Sc	Dv	Pa4	Zr	Pa7	Kf	Dh
Y2	0.44															
Y5	0	0.22														
Y6	0.40	0.44	0													
Y8	0.22	0.25	0	0.89												
Y10	0.20	0.29	0.25	0.25	0.29											
D1	0.22	0.50	0	0.22	0.22	0.29										
D2	0.25	0.29	0	0.25	0	0	0.86									
B	0	0.29	0.25	0	0.25	0	0	0								
Sc	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Dv	0.18	0.20	0.18	0	0.20	0	0.20	0.22	0.22	0						
Pa4	0.29	0	0	0	0	0	0.20	0	0	0	0.25					
Zr	0.44	0.50	0.22	0.89	0.75	0	0.25	0.29	0	0	0.20	0				
Pa7	0.25	0.29	0	0.25	0.29	0	0.29	0.33	0	0	0.22	0.40	0			
Kf	0.22	0.25	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dh	0	0.20	0	0	0	0	0	0	0.22	0	0.33	0	0	0	0	
Tc	0.20	0	0	0.20	0.25	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Sc: *Saccharomyces cerevisiae*, Dv: *Debaryomyces vanrijiae* var. *vanrijiae*, Pa4: *Pichia anomala*, Zr: *Zygosaccharomyces rouxii*, Pa7: *Pichia angusta*, Kf: *Kluyveromyces fragilli*, Dh: *Debaryomyces hansenii* var. *fabryii*

과정에서 분리되는 효모류는 상당히 다양하여 이 등(6)이 다수의 *Saccharomyces* sp. 등을 보고하였으나, 본 조사에서는 *Zygosaccharomyces* sp.가 최우점종임을 알 수 있다.

이들 효모들에 대한 고추장의 숙성이나 저장성과 관련지는 생리적인 특성은 다음 항에서 보다 자세히 기술할 예정이다.

2) 젖산균의 동정

젖산균의 동정을 위한 시험결과는 다음 표2-11과 같다.

표2-11. 순창 전통고추장에서 분리한 젖산균의 분류학적 특성

특 성	RL4	LRK1	JL	RLS1	RLS2
집락의 형태					
표면	습윤	반습윤	습윤	습윤	습윤
색	투명	백색	유백색	투명	백색
주연	Ir	Rh	Ir	Rh	Ir
세포의 형태					
모양	B	C	B	B	B
Gram염색	+	+	+	+	+
운동성	-	-	-	-	-
Catalase	-	-	-	-	-
탄수화물의 이용					
Amygdalin	-	NT	+	+	-
Galactose	+	NT	+	+	+
Glucose(acid)	+	NT	+	+	+
Glucose(gas)	-	-	-	-	-
Lactose	-	-	+	+	+
Maltose	+/-	+	+	+	+
Mannitol	-	NT	+	+	-
Raffinose	-	NT	-	+	+
Rhamnose	-	NT	-	-	-
Sucrose	+	-	+/-	+	+
Trehalose	-	NT	+	+	+
질산염 환원	-	-	-	-	-
젖산발효양상	HO	HO	HO	HO	HT

*Ir:irregular, Rh:rhizoid, B(bacillus), C(cocci), HO(homofermentative), HT(heterofermentative)

이상의 형태적 및 생리적 시험결과와 지방산 조성의 분석 결과 RL4는 *Lactobacillus delbruckii*, LRK1은 *Pediococcus cerevisiae*, JL은 *Lactobacillus casei*, RLS1은 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되었으며, RLS2는 *Lactobacillus* sp.로 추정되었다.

젖산균은 생리적으로 당의 요구도가 높은 미생물이며, 고추장은 여타의 장류에 비해 당함량이 높은 식품으로 균종도 다양하고, 균체수도 높을 것으로 예상된다. 그러나 대부분의 연구가 혐기성 세균류나 산생성균 정도로 취급하여 균체수를 조사하는데 그치고 있으며, 자세한 균종에 대한 기록은 전무하여 비교할 수 없다. 다만 이 등(20)이 재래식 간장에서 조사한 결과를 인용할 때 상당히 유사한 균종이 존재하고 있음을 알 수 있다.

3) 일반세균의 동정

분리된 5균주를 동정을 위한 제반 조사한 결과는 표2-12과 같다.

표2-12. 순창 전통고추장에서 분리한 일반세균의 분류학적 특성

특성	A1	A7-1	A7-1	A7-2	A12
집락의 형태					
표면	건조	건조	건조	습윤	습윤
색	백색	백색	회백색	투명	백색
주연	Ir	Ir	Ir	Cr	Cr
세포의 형태					
모양	B	B	B	C	C
Gram 염색	+	+	+	+	+
운동성	+	+	+	-	-
포자	+	+	+	-	-
Catalase	+	+	+	+	+
생리적 특성					
Glucose(acid)	+	+	+	+	+
Glucose(gas)	-	-	-	-	-
전분분해	+	-	+	+	-
6% NaCl	+	-	+	+	+
12% NaCl	-	-	-	-	+
질산염 환원	+	+	+	+	+

*Ir(irregular), Cr(circular), B(bacillus), C(cocci)

제반 형태적 및 생리적 특성과 지방산 조성을 분석한 결과 A1은 *Bacillus subtilis*, A7-1은 *Bacillus pumilus*, A7-2는 *Bacillus licheniformis*등으로 포자형성 세균이었으며, A7-3는 *Micrococcus caseolyticus*, A12는 *Staphylococcus aureus*로 동정되었다.

고추장에 존재하는 일반세균 (호기성 세균)에 대해서는 비교적 다양한 균종이 보고되었는데, 권 등(13) 및 이 등(21)의 보고를 종합하여 보면 대부분 *Bacillus* sp.가 주류를 이루고 있다. 이 균주들의 내염성은 7-9%가 한 계로 고추장의 염도를 감안 할 때 이들이 고추장의 숙성에 관여한다는 것은 상당히 무리한 생각이며, 설령 관여한다 해도 매주에서 증식하면서 효소나 특유의 방향을 제공하는 간접적인 경우를 생각해 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 실제 고추장에서 다양한 균종이 높은 균체수로 검출되고 있는 것은 일반세균의 대부분을 포자형성 세균인 *Bacillus* sp.가 차지한다는 점과 무관하지 않다고 본다. 이 점은 본 조사에서도 표2-5에서 볼 수 있는 바와 같이 조사기간 내내 일정수준의 균체수를 유지하고 있어, 고추장에서 생육하는 균주로 보기에는 어렵게 하고 있다.

4) 사상균

달관조사 결과 F1과 F2균주는 *Penicillium* sp.였고, G3는 *Aspergillus* sp.였다. 또한 *Mucor* sp.나 *Rhizopus* sp.도 관찰되었다.

3. 요약

순창 전통고추장에 대한 경시적인 미생물의 조사에서 효모의 균체수는 8월에 3.0E8로 최고치에 달하고, 이 후 점차 하강하여 2월에는 1.2E6으로 최저치를 보였다. 젖산균은 6월에 최고 3.1E7에 달하고 점차 하강하여 2월에는 1.4E6에 이르렀고, 일반세균은 6월에 2.0E6에 달하고, 2월에 3.0E5에 이르러 모든 균주가 6월(담금 3개월 후)에 최대 밀도를 보이고 일정기간 평형

을 이루다가 점차 하강하는 경향을 보였다.

균종에 관한 조사에서는 총 4종의 효모가 분리, 동정되었다. 모든 조사 시료에서 *Zygosaccharomyces rouxii*가 최우점종을 차지하고 있으며, 이 종은 5종의 변종이 발견되었으며, 검출밀도는 각각 1E4-1E8수준이었다. 이 밖에도 주로 된장에서 검출되는 *Debaryomyces* sp.도 상당수 검출되었으며, 고추장 표면에서 *Hansenula* sp.도 발견되었다.

젖산균은 5균주가 분리, 동정되었고, *Lactobacillus delbrückii*가 우점종으로 균체수는 1E6-1E8수준이었다. 이외에도 *Pediococcus cervisiae*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*등도 분리되었다.

일반세균으로는 *Bacillus subtilis*가 모든 시료에서 검출되었으며, 밀도는 1E6수준이었고, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*, *Micrococcus caseolyticus*, *Staphylococcus aureus*등도 검출되었다. 그러나 일반세균류는 조사기간 중 뚜렷한 증가 추세를 보이지 않았다.

사상균으로는 내염성이 강한 *Penicillium* sp.이 주로 관찰되었으나 균개가 형성되는데로 제거함으로써 큰 문제점은 없었다.

제 3절 고추장 관련균주의 생리적 특성

제2절에서 분리된 균주를 대상으로 이들이 숙성이나 저장과정에서 고추장의 품질에 미치는 역할을 파악하기 위해 관련되는 생리적 특성을 연구하였다.

1. 재료 및 방법

가. 미생물의 배양 및 생육도 측정

균주의 배양은 제2절의 방법에 준하나, 다만 효모의 경우 배양기에서

Na-propionate를 생략하였다. 효모의 균체수는 혈구계수기를 사용하였고, 세균류는 600nm에서 비탁법으로 측정하였다.

나. 고추장에 균주의 접종

분리된 균주의 가스발생 여부나 정도의 측정, 고추장의 품질에 미치는 영향 등을 검정하기 위한 균의 접종은 다음과 같은 방법으로 행하였다. 즉 개스 발생시험에서는 시험균액 1mL를 살균된 50mL-플라스틱 원심분리관의 밑에 가하고, 가열살균된 고추장을 무균적으로 채운 다음 가볍게 원심분리하여 기포를 제거하면서 고추장을 충전시켰다. 25℃에서 배양하면서 가스 발생여부를 육안으로 확인하였다. 한편, 성분변화를 조사하기 위해서는 무균상 내에서 소정량의 균액을 가하여 혼화하였다.

다. 이화학적 검사

1) pH 및 적정산도

고추장 10g에 탄산가스를 구축한 증류수 50mL를 가하여 잘 혼화하고 Corning사 pH-meter로 pH를 측정한 다음 0.1N-NaOH로 pH7.0까지 적정하여 적정소비량을 구하였다.

2) 수분함량

2매의 슬라이드 글라스의 항량을 미리 낸 다음 고추장을 도말하여 가볍게 눌렀다가 떼어내고, 105℃에서의 건조감량으로 측정하였다.

3) 총환원당량 및 유리당의 분석

총환원당은 시료 10g에 ZnSO₄와 BaOH용액을 가하여 250mL로 정용하고, 여지로 여과한 액 일정량을 취하여 Somogyi 변법으로 측정하여 포도당량으로 환산하였다. 한편 유리당의 개개정량용 시료는 80% ethanol로 반복추출하여 조제하였다. 즉, 시료 20g을 500mL의 등근프라스크에 취하고, 80% ethanol 200mL씩을 가하여 70℃ 수욕상에서 추출하고, 원심분리하여 상등액을 모았다. 다음 잔사는 80% ethanol 100mL씩 2회 재추출하여 합하고, 회

전농축기에서 농축시켜 100mL로 정용한 액을 HPLC로 분석하였다. HPLC에 의한 당의 분석조건은 표2-13과 같다.

표2-13. 당분석을 위한 HPLC의 분석조건

기 기	JASCO-HPLC
검 출 기	RI
컬 럼	Supleco LC-NH ₂ (25.0cm x 4.0mm)
컬럼온도	40℃
이 동 상	Acetonitrile : water (75 : 25, V/V)
유 속	1.5mL/min

4) 알콜류의 분석

시료 50g에 증류수 50mL를 가하고 직화상에서 100mL가 될 때까지 증류하고, 증류액은 다시 25mL까지 재증류하여 다음 표2-14와 같은 조건으로 HPLC로 분석하였다.

표2-14. Alcohol 및 유기산 분석을 위한 HPLC의 분석조건

기 기	JASCO-HPLC
검 출 기	UV(유기산, 210nm), RI(alcohol)
컬 럼	Aminex HPX-H(30cm x 7.8mm)
컬럼온도	65℃
이 동 상	0.007M-H ₂ SO ₄
유 속	0.7mL/min

당 및 알콜류 표준품의 HPLC상의 chromatograph는 그림2-1 및 그림2-2와 같다.

5) 유기산의 분석

불휘발산의 분석은 앞의 유리당을 위한 시료를 이용하였고, 휘발산은 시료 50g에 증류수 200mL와 진한 황산 2mL를 가하고 수증기증류하여 0.1N-NaOH에 포집하고, 회전농축기에서 감압농축하여 HPLC로 분석하였다.

HPLC의 분석조건은 상기의 표2-14와 같다.

유기산 표준품의 HPLC상의 chromatograph는 그림2-3과 같다.

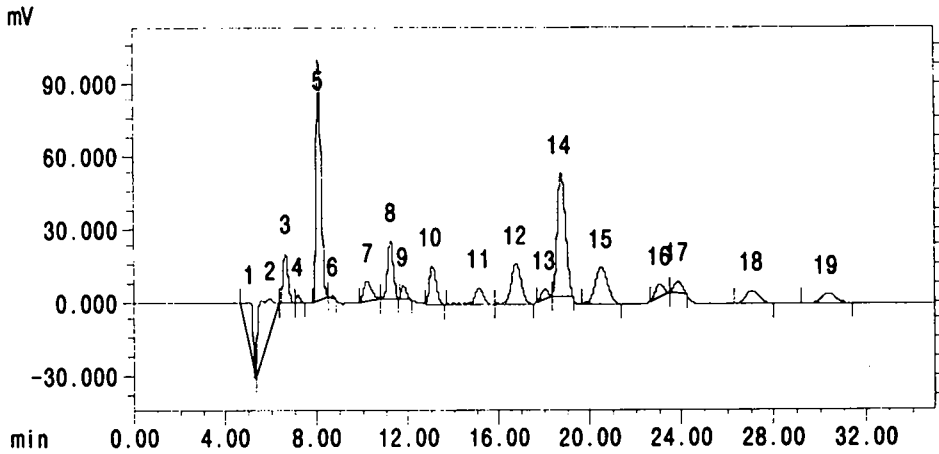


그림2-1. 당과 알콜류 표준품의 HPLC상에서 chromatograph(#3 maltose, #5 glucose, #6 fructose, #8 glycerol, #11 methanol, #12 iso-propanol, #14 ethanol, #15 n-propanol, #16 iso-butanol, #17 n-butanol, #18 iso-pentanol, #19 n-pentanol)

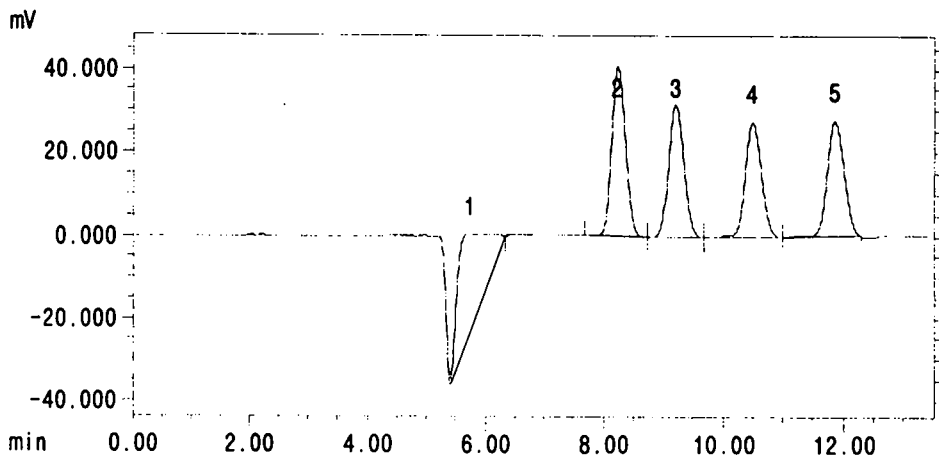


그림2-2. Polyol 표준품의 HPLC 상에서 chromatograph(#2 dulcitol, #3 arabitol, #4 erythritol, #5 glycerol)

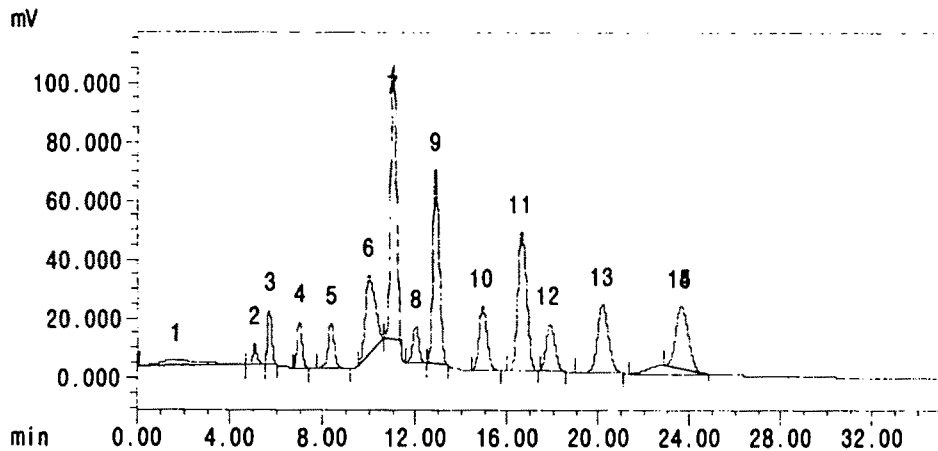


그림2-3. 유기산 표준품의 HPLC상에서 chromatograph(#7 lactic acid, #8 formic acid, #9 acetic acid, #10 propionic acid, #11 iso-butyric acid, #12 n-butyric acid, #13 iso-valeric acid, #14 n-valeric acid)

2. 결과 및 고찰

가. 효모류의 생리적 특성

1) 생육적응성 검정

9종의 효모류에 대해 1차적으로 생육온도, 소금농도, 포도당농도, 알콜농도, pH, 식초산염 및 젖산염 등과 같은 효모가 고추장내에서 생육함에 있어 마주치게 되는 요인들이 효모의 생육과 당소비량 및 알콜생성량에 미치는 영향을 측정하였다. 특히 당소비량과 알콜생성력은 고추장의 가스생성에 의한 부풀림현상을 해석하는 데에 주요한 지표가 된다.

가) Y1균주의 생리적 특성

Y1균주는 *Zygosaccharomyces rouxii*로 이상의 생리적 실험결과로 알 수 있듯이 5℃의 저온에서도 생육이 가능하며, 18%이상의 소금농도, 25%의 당액에서도 생육하는 내삼투압성 효모임을 알 수 있다. 또한 10%의 알콜용액

표2-15. Y1균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	8.7E7			1.0E8			
당소비량(g%)	7.50			6.84			
알콜생성량(g%)	0.18			1.59			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	1.1E8	1.9E8	1.0E8	4.6E7	4.3E7	1.3E6	
당소비량(g%)	8.38	8.53	8.85	6.20	5.21	0.29	
알콜생성량(g%)	2.63	2.70	3.36	2.25	1.82	0.37	
포도당 농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	1.2E8	2.8E8	4.5E8	5.8E7	7.8E7		
당소비량(g%)	5.00	8.20	8.08	8.78	7.81		
알콜생성량(g%)	1.29	2.92	2.14	2.40	2.62		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	1.1E8	1.3E8	1.1E8	1.3E8	3.7E7	1.1E7	
당소비량(g%)	8.89	8.03	7.97	6.52	5.61	5.81	
알콜생성량(g%)	2.37	2.29	2.33	2.81	1.67	1.36	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	1.5E7	1.0E7	1.0E7	1.7E8	1.9E8	2.0E8	2.9E8
당소비량(g%)	4.98	5.45	6.20	7.53	8.61	8.98	6.28
알콜생성량(g%)	1.09	1.16	2.28	2.23	2.24	2.93	1.16
Na-acetate 농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	4.8E7		3.5E7		3.3E7		
당소비량(g%)	6.91		5.55		4.87		
알콜생성량(g%)	1.05		0.90		1.02		
Na-lactate농도(%)	1%			2%			
균수(CFU/mL)	8.1E7			7.6E7			
당소비량(g%)	8.18			7.13			
알콜생성량(g%)	0.87			0.84			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

에서도 생육이 가능하며, pH3.0에서도 생육하는 내산성 균주로 알콜발효력도 비교적 왕성하여 소비된 glucosae에 대해 대략 25%내외의 ethanol을 생성함으로써 고추장에서 부풀림의 원인균으로의 역할에 의심의 여지가 없다. 일반고추장에 함유된 수준의 식초산이나 젖산의 농도에서도 생육에 지장이 없었다. 배양액에서 피막을 형성하지 않으나 고추장에서는 극단적으로 번식할 경우 표면에 회백색의 균층을 형성하였다.

나) Y2균주의 생리적 특성

Y1과 같은 균종이나 생리적 특성에 약간의 차이를 보인 균주로 알콜생성력이 다소 미약한 것 외에 제반 특성은 비슷하였다(표2-16).

다) Y5균주의 생리적 특성

*Hansenula*에 속하는 산막효모로 ester를 생성하며, 주로 배양액의 표면에 서식하였다. 알콜생성력은 미약한 편이며, 내삼투압성도 약하여 12%이상의 소금이나 당용액에서는 생육이 억제되어 고추장의 부풀림의 원인균으로 보기는 어려웠다. 그러나 내산성은 분리된 효모 중에서 가장 강하여 pH3.0부근에서도 원활히 생육하였다(표2-17).

라) Y6균주의 생리적 특성

Y1, Y2와 동일균종으로 제반 환경요인에 대한 생육적응력은 비슷하나 성장속도가 낮아 당소비력이 떨어졌다. 그러나 소비된 당량에 대한 비율로 비교할 때 알콜생성력은 강한 편으로 다량증식된 고추장에서는 상당한 문제를 야기할 수 있는 균주로 생각된다(표2-18)

마) Y8균주의 생리적 특성

*Zygosaccharomyces rouxii*로 동정된 균주로 내삼투압성 및 내산성은 Y1 및 Y2균주와 비슷하나 고식염농도에서도 알콜생성력이 대단히 강하여 고추장에서의 개스생성에 큰 역할을 하는 균주로 생각된다. 피막을 형성하는 능력이 강하였다(표2-19).

표2-16. Y2균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	1.2E7			1.0E8			
당소비량(g%)	0.45			4.87			
알콜생성량(g%)	0.28			1.71			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	1.6E8	8.5E7	8.5E7	6.5E7	5.1E6	4.2E6	
당소비량(g%)	7.51	6.33	5.60	5.76	1.79	0.56	
알콜생성량(g%)	0.96	1.03	1.01	0.91	0.57	0.18	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/g)	1.7E8	4.8E7	5.6E7	2.9E8	1.0E8		
당소비량(g%)	5.00	7.45	7.77	6.97	5.03		
알콜생성량(g%)	1.04	0.84	1.72	1.45	0.66		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	6.3E7	4.0E7	1.1E8	4.9E7	1.2E7	8.0E6	
당소비량(g%)	6.56	6.83	6.86	5.83	2.41	1.42	
알콜생성량(g%)	1.19	1.21	1.34	1.21	0.90	0.34	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	8.0E6	9.9E6	2.0E7	2.0E8	2.2E8	1.0E8	1.5E8
당소비량(g%)	2.60	3.22	3.50	6.49	6.80	6.93	6.30
알콜생성량(g%)	1.12	1.40	1.59	1.81	1.56	1.92	1.52
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	8.1E7		7.0E7		6.6E7		
당소비량(g%)	6.82		5.98		5.27		
알콜생성량(g%)	1.25		0.95		1.07		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	1.5E8			1.1E8			
당소비량(g%)	6.48			6.31			
알콜생성량(g%)	0.86			0.86			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-17. Y5균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	1.5E6			5.2E6			
당소비량(g%)	0.10			2.24			
알콜생성량(g%)	0.04			1.56			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	7.0E6	5.2E6	3.2E6	8.2E5	2.6E5	2.6E5	
당소비량(g%)	6.70	4.11	0.88	0	0	0	
알콜생성량(g%)	1.24	1.00	0.41	0	0	0	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	7.0E7	6.3E7	4.5E6	5.0E6	4.2E6		
당소비량(g%)	4.93	4.50	0.50	0.50	0.50		
알콜생성량(g%)	0.80	1.04	0.53	0.26	0.20		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	2.9E7	3.4E7	4.8E7	3.6E6	3.1E6	2.3E6	
소비량(g%)	5.24	4.39	3.08	3.39	1.08	0.25	
알콜생성량(g%)	1.86	1.71	1.59	0.54	0.31	0.10	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	7.8E6	1.6E7	1.2E7	1.1E7	2.1E7	2.5E7	2.0E7
당소비량(g%)	4.90	4.98	4.98	5.96	5.81	5.88	5.94
알콜생성량(g%)	0.36	0.38	0.37	1.32	2.27	2.35	1.67
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	4.3E7		4.1E7		3.0E7		
당소비량(g%)	4.23		4.00		3.88		
알콜생성량(g%)	0.87		0.84		0.41		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	4.3E7			5.4E7			
당소비량(g%)	5.73			5.23			
알콜생성량(g%)	0.64			0.71			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-18. Y6균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	6.3E7			5.2E7			
당소비량(g%)	1.09			3.82			
알콜생성량(g%)	0.90			1.23			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수CFU/mL)	5.3E7	5.1E7	4.4E7	3.4E7	1.6E6	1.0E6	
당소비량(g%)	3.17	2.70	1.08	2.08	0.67	0.91	
알콜생성량(g%)	0.90	0.62	0.73	0.44	0.39	0.27	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25	30	
균수(CFU/mL)	5.4E7	3.9E7	3.7E7	3.6E7	2.2E7	1.8E7	
당소비량(g%)	3.06	4.72	4.61	3.49	2.90	2.20	
알콜생성량(g%)	0.57	0.72	0.81	0.86	0.70	0.75	
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	7.8E7	7.9E7	5.1E7	3.5E7	5.6E6	2.9E6	
당소비량(g%)	4.56	3.09	3.09	1.45	1.20	0.55	
알콜생성량(g%)	0.96	0.66	0.68	0.66	0.25	0.21	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	4.6E6	8.0E6	9.9E6	1.1E7	2.0E7	5.7E7	1.4E7
당소비량(g%)	3.21	3.21	3.83	5.73	5.10	5.10	5.32
알콜생성량(g%)	0.43	0.41	0.69	0.76	0.99	0.98	0.94
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	1.3E7		1.3E7		1.9E7		
당소비량(g%)	4.89		3.44		3.55		
알콜생성량(g%)	0.40		0.44		0.36		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	3.9E7			2.8E7			
당소비량(g%)	4.88			4.83			
알콜생성량(g%)	0.71			0.59			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-19. Y8균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	2.8E8			7.6E7			
당소비량(g%)	2.85			1.87			
알콜생성량(g%)	0.59			0.83			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	3.0E8	1.2E8	2.0E8	8.4E7	7.2E7	1.2E6	
당소비량(g%)	7.79	5.74	5.70	2.79	1.12	0.33	
알콜생성량(g%)	2.83	2.32	3.08	1.05	0.94	0.05	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	2.9E8	2.6E8	1.7E8	1.4E7	3.5E6		
당소비량(g%)	5.00	7.90	6.50	4.81	4.58		
알콜생성량(g%)	2.62	2.77	2.43	1.99	1.67		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	9.0E7	2.0E8	2.2E8	2.4E8	1.6E7	4.0E6	
당소비량(g%)	7.88	7.17	7.19	2.71	0.68	0	
알콜생성량(g%)	2.47	1.89	1.54	0.41	0.10	0	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	3.0E7	4.6E7	1.5E8	2.7E8	2.5E8	2.0E8	1.8E8
당소비량(g%)	3.76	4.13	5.78	7.13	7.94	7.29	7.74
알콜생성량(g%)	1.21	1.34	1.23	2.48	2.88	2.02	1.27
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	1.4E8		1.5E8		1.9E7		
당소비량(g%)	6.99		6.46		4.58		
알콜생성량(g%)	1.10		0.98		0.87		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	2.2E8			2.8E8			
당소비량(g%)	7.27			7.09			
알콜생성량(g%)	0.94			1.21			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

바) Y10균주의 생리적 특성

*Torulospora fermentati*로 동정된 균주인데 내염, 내당성은 비교적 약하고, 알콜생성력도 미약한 편이며, 피막을 생성하려는 경향이 강하였다(표 2-20).

표2-20. Y10균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)				15(15일후)		
균수(CFU/mL)	5.6E7				6.0E7		
당소비량(g%)	1.00				5.43		
알콜생성량(g%)	0.24				0.99		
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	1.2E8	8.4E7	3.8E7	3.5E7	6.8E6	3.8E6	
당소비량(g%)	2.81	1.23	1.19	1.01	1.57	0.50	
알콜생성량(g%)	1.08	0.65	0.63	0.45	0.48	0.16	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	8.9E7	5.8E7	5.6E7	7.4E7	5.3E7		
당소비량(g%)	2.63	2.48	1.39	0.45	0.38		
알콜생성량(g%)	0.73	0.81	0.76	0.09	0.06		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	9.1E7	5.6E7	7.4E7	5.5E7	2.5E7	6.3E7	
당소비량(g%)	2.28	2.31	1.91	1.31	1.19	1.03	
알콜생성량(g%)	0.76	0.89	0.83	0.73	0.55	0.24	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	2.2E7	1.2E7	1.5E7	1.8E7	2.5E7	2.0E7	1.6E7
당소비량(g%)	1.45	1.74	1.20	1.83	2.91	2.20	2.99
알콜생성량(g%)	0.15	0.31	0.31	0.40	0.81	1.09	0.94
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	5.1E7		5.3E7		2.1E7		
당소비량(g%)	2.73		2.51		2.28		
알콜생성량(g%)	0.65		0.74		0.70		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	7.9E7			8.5E7			
당소비량(g%)	2.47			2.57			
알콜생성량(g%)	1.07			1.03			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

사) B균주의 생리적 특성

조사효모 중 가장 강한 내삼투압성 균주로 *Debaryomyces* sp.로 동정되었으며, 알콜생성력은 미약한 편이었다. 내산산성은 미약하고 피막형성력이 강하여 고추장의 표면에 주로 번식할 수 있는 균주로 생각된다(표2-21).

아) D1균주의 생리적 특성

*Debaryomyces membranefaciens*로 동정되었는데 강한 내삼투압성을 보였고, 알콜생성력도 왕성하였다. 피막생성력이 강하고, 왕성하게 당을 소비하는 경향을 보였다(표2-22).

자) D2균주의 생리적 특성

D1과 동일균종으로 제반 생리적 특성은 유사하나 내삼투압성이나 당소비력 및 알콜생성력등은 보다 미약한 편이었다. 일반적으로 효모는 배양액의 균체수가 일정수준에 달하면 증식이 중단되는데, B, D1, D2 및 Y5와 같이 피막생성력이 강한 균주들은 배양액의 당분이 고갈될 때까지 배양액 표면에 서 계속 증식되었다. 이 점은 효모에 의한 고추장의 부풀림현상을 이해하는 데에 참고할 필요가 있다(표2-23).

2) 고추장 팽창도 검정

분리한 9종의 효모류가 9% 내외의 소금농도인 고추장에서 개스생성에 의해 팽창현상을 확인한 결과는 다음과 같다(표2-24).

모든 균주가 개스발생에 의한 팽창과 관련이 있음을 알 수 있다. 그러나 개스발생도에는 차이가 있어 Y5균주는 아주 미약하고, Y8과 Y10도 약간 약한 경향을 보였다.

3) 균주간 알콜생성도 비교

앞의 결과에서 분리된 효모의 알콜발효력-개스생성도를 비교하기 위하여 당소비량과 알콜생성량을 측정한 결과는 표2-25과 같다.

표2-21. B균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	6.8E7			1.3E8			
당소비량(g%)	2.85			5.63			
알콜생성량(g%)	0.27			1.79			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	3.8E7	4.1E7	3.5E7	4.3E7	3.5E7	2.4E7	
당소비량(g%)	5.45	5.59	5.18	3.69	2.43	1.83	
알콜생성량(g%)	2.76	1.83	1.97	2.11	2.03	1.30	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	4.3E7	1.6E7	1.8E7	4.5E7	3.5E7		
당소비량(g%)	4.96	5.32	5.51	5.87	4.06		
알콜생성량(g%)	1.25	1.26	1.86	1.02	0.83		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	2.9E7	5.5E7	6.3E7	8.3E7	7.0E6	5.0E6	
당소비량(g%)	5.83	5.77	5.86	4.25	4.00	2.67	
알콜생성량(g%)	1.36	1.26	1.43	1.10	1.04	0.54	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	8.6E6	1.6E7	1.6E7	2.9E7	1.9E7	3.2E7	2.5E7
당소비량(g%)	1.99	2.45	3.81	4.50	4.63	4.38	4.63
알콜생성량(g%)	0.99	1.04	0.99	1.14	1.04	0.99	0.68
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	9.0E7		2.1E7		1.8E7		
당소비량(g%)	4.17		3.84		3.91		
알콜생성량(g%)	1.20		1.32		1.25		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	6.8E7			8.0E7			
당소비량(g%)	4.45			4.48			
알콜생성량(g%)	0.96			1.76			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-22. D1균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)			15(15일후)			
균수(CFU/mL)	6.8E7			6.0E7			
당소비량(g%)	2.41			7.62			
알콜생성량(g%)	0.22			0.88			
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	9.9E7	5.2E7	4.6E7	3.8E7	4.3E7	3.0E7	
당소비량(g%)	7.65	7.87	6.70	4.40	5.12	2.33	
알콜생성량(g%)	0.74	0.70	0.41	0.44	0.20	0.16	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	4.0E7	2.2E7	2.9E7	4.7E7	6.3E7		
당소비량(g%)	5.00	7.41	7.08	5.45	4.74		
알콜생성량(g%)	1.73	2.10	2.14	1.92	2.10		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	9.3E7	8.4E7	4.9E7	9.7E7	7.1E6	6.8E6	
당소비량(g%)	7.58	7.52	6.48	4.07	2.62	1.76	
알콜생성량(g%)	1.57	1.46	1.26	0.83	0.54	0.36	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	3.1E6	1.4E7	2.3E7	5.8E7	2.9E7	1.5E7	1.3E7
당소비량(g%)	2.41	4.63	5.21	5.38	7.53	7.75	7.24
알콜생성량(g%)	0.22	0.59	0.82	1.03	1.86	1.84	1.95
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0		2.0		
균수(CFU/mL)	4.6E7		2.8E7		3.5E7		
당소비량(g%)	7.48		6.55		6.03		
알콜생성량(g%)	1.22		1.79		1.00		
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	1.4E7			5.1E7			
당소비량(g%)	7.45			6.13			
알콜생성량(g%)	1.09			1.04			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-23. D2균주의 생리적 특성(25℃, 4일후)

생육온도(℃)	5(70일후)		15(15일후)			25	
균수(CFU/mL)	3.9E7		1.3E8			7.2E7	
당소비량(g%)	2.62		4.38			2.17	
알콜생성량(g%)	0.21		1.61			1.02	
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21	
균수(CFU/mL)	5.8E7	4.4E7	5.7E7	5.2E7	2.6E7	2.6E6	
당소비량(g%)	4.02	3.84	3.06	1.38	0.77	0.05	
알콜생성량(g%)	0.87	0.86	0.75	0.66	0.34	0.00	
포도당농도(%)	5	10	15	20	25		
균수(CFU/mL)	5.3E7	3.6E7	9.2E7	4.1E7	5.3E7		
당소비량(g%)	2.89	2.98	3.68	3.29	1.71		
알콜생성량(g%)	0.66	0.75	0.69	0.62	0.43		
알콜농도(%)	1	2	4	6	8	10	
균수(CFU/mL)	3.8E7	8.6E7	7.4E7	4.1E7	4.5E6	2.3E6	
당소비량(g%)	2.99	3.20	2.00	2.03	0.65	0.00	
알콜생성량(g%)	0.87	0.82	0.56	0.59	0.05	0.00	
pH	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
균수(CFU/mL)	7.2E6	1.6E7	1.9E7	4.1E	3.0E7	4.1E7	4.0E7
당소비량(g%)	2.54	4.11	5.32	4.38	4.87	3.32	3.11
알콜생성량(g%)	0.24	0.83	1.04	1.39	1.19	0.96	0.82
Na-acetate농도(%)	0.5		1.0			2.0	
균수(CFU/mL)	3.5E7		9.0E7			5.4E7	
당소비량(g%)	4.33		3.63			3.66	
알콜생성량(g%)	0.79		0.96			0.90	
Na-lactate농도(%)	1			2			
균수(CFU/mL)	7.2E7			8.7E7			
당소비량(g%)	3.87			3.80			
알콜생성량(g%)	1.05			0.80			

*접종균량 1.0E6 CFU/g

표2-24. 효모의 균종별 고추장의 팽창도 비교

균 주	팽 창 도			
	1일	2일	5일	6일
Y1	+++	+++	++	+++
Y2	++	+++	++	+++
Y5	-/+	+	+	+
Y6	+++	+++	++	+++
Y8	++	+++	++	+++
Y10	++	++	+++	++
B	+++	+++	++	+++
D1	+++	+++	++	+++
D2	+++	+++	++	+++

*접종균량: 고추장 50g에 1.0E8 CFU/mL 균액 1mL를 가함.

*25℃에서 배양하고, 5일에는 조사 후 재원심분리하여 기포를 제거함

*“-” 개스 무, “-/+” 흔적, “+” 약간, “++” 보통, “+++” 많음

표2-25. 순창 전통고추장에서 분리한 효모류의 증식과정에서 ethanol 생성력 비교

균 주	pH 4.5			pH 5.0		
	당소비량 (g%)	알콜생성량 (g%)	A (%)	당소비량 (g%)	알콜생성량 (g%)	A (%)
Y1	7.53	2.24	29.7	8.61	2.46	26.0
Y2	6.49	1.81	27.9	6.80	1.55	22.9
Y5	5.96	1.32	22.1	6.81	2.66	39.1
Y6	5.73	0.78	13.7	5.10	0.98	19.4
Y8	7.13	2.48	34.8	7.94	2.88	36.3
Y10	1.83	0.40	21.9	2.91	0.80	27.8
B	4.50	1.14	25.3	4.63	1.04	22.5
D1	5.38	1.23	22.9	7.53	1.80	24.7
D2	4.38	1.39	31.8	4.87	1.18	24.4
평균	5.44	1.42	25.6	6.13	1.71	27.0

*당소비량(g%), 알콜생성도(%) = (알콜생성량/당소비량) × 100

*접종균량: 1.0E5 CFU/mL, 배양온도: 25℃, 배양시간: 4일

*A(알콜생성비, %) = (알콜생성량/포도당소비량) × 100

일정 배양 시간에서 균주별로 당소비량은 1.83 - 8.61g%, 알콜생성량은 0.40-2.88g%로 큰 차이가 있으나, 소비된 당에 대한 알콜의 생성도는 대략 20-30%로 평균되어 있음을 볼 수 있고, 산도가 증가함에 따라 당소비-알콜 생성도는 낮아지는 경향이 있다. 그러나 효모는 증식과정에서 소비되는 당의 25%가량을 알콜로 전환시킴도 알 수 있다.

고추장에서 부풀림현상은 상당부분 간헐적인 경우가 많은데, 이 경우 부풀림은 4-5시간내에 급속히 진행되어 이미 고추장에는 부풀림을 야기할만한 충분한 밀도의 효모가 존재함을 알 수 있다. 따라서 분리된 효모류의 일시적인 개스생성력을 파악하기 위해 25%의 포도당용액에 증식밀도 이상의 효모를 가하여 알콜생성량을 조사한 결과는 표2-26와 같다.

균체의 증식이 제한된 본 실험조건에서 효모는 소비된 당의 52.8% (39.0-71.7%)를 알콜로 전환하였으며, glycerol 생성비는 최대 알콜생성량의 14.5%(7.68-42.15%)였다. 이 결과는 실제 고추장에서 급격한 개스생성을 설명할 수 있는 자료로 표2-25에서 처럼 증식과정에서의 효모는 소비한 당의 25% 가량을 알콜로 전환시키나 본 실험과 같이 증식에 한계에 이른 상태에서는 2배 이상의 알콜을 생성하게 되고, 자연 부생되는 탄산개스량도 증가하게 되어 고추장의 팽창도는 더욱 커지게 된다.

4) 고추장의 품질에 미치는 영향

한편 이상의 효모류가 고추장의 품질에 미치는 직접적인 영향을 파악하기 위해 미숙성된 고추장을 일차 살균한 후 각각의 효모를 무균적으로 접종하여 시험한 결과는 표2-27 및 표2-28과 같다.

이상의 결과에서 대부분의 효모가 왕성하게 당을 소비하면서 ethanol을 생성하므로써 개스발생-부풀림현상의 주역임을 알 수 있다. 특히 본실험에서는 효모의 생리적 특성상 대부분의 균주가 고추장의 표면에 주로 번식하는바 수시로 교반하여 내부로 이전시킨 결과 대부분의 당이 소진되었음을 알 수 있다.

표2-26. 순창 전릉고추장에서 분리한 효모류의 최대 ethanol 생성력 비교

균 종	조사시간 (일)	당소비량 (g%)	Glycerol농도 (g%)	Ethanol농도 (g%)
Y1	1	18.02	0.87	9.82
	2	18.24	0.85	11.96
	3	21.56	0.99	12.89
Y2	1	24.94	1.01	10.76
	2	25.00	1.19	13.25
	3	25.00	1.17	11.66
Y5	1	6.92	0.56	3.54
	2	7.74	0.88	5.42
	3	10.87	1.09	7.79
Y6	1	22.78	0.80	9.12
	2	25.00	1.20	12.82
	3	25.00	1.18	11.68
Y8	1	24.50	1.15	12.05
	2	25.00	1.05	11.69
	3	25.00	1.21	10.66
Y10	1	4.25	0.73	3.39
	2	11.82	1.34	5.97
	3	12.22	1.38	6.53
B	1	8.73	0.77	4.76
	2	15.78	1.38	5.69
	3	22.26	4.11	9.75
D1	1	25.00	0.90	11.01
	2	25.00	1.09	12.07
	3	25.00	1.15	11.51
D2	1	25.00	0.81	10.92
	2	25.00	0.99	12.70
	3	25.00	1.00	11.36

*균접종량: 1.0E9CFU/mL, 식염농도: 9g%, 포도당량: 25g%, 배양온도: 25℃

표2-27. 순창 전릉고추장에서 분리한 효모가 고추장의 성상에 미치는 영향(1)

균 종	pH	적정산도(mL)	젖산량(g%)	식초산량(g%)
Y1	4.67	20.9	1.10	0.30
Y2	4.64	27.0	1.34	0.39
Y5	4.66	25.9	0.51	0.24
Y6	4.56	27.7	0.72	0.19
Y7	4.83	16.6	0.26	0.19
Y8	4.65	25.8	0.96	0.29
B	4.69	20.4	0.48	0.58
D1	4.59	19.4	0.65	0.33
D3	4.64	22.1	0.61	0.36
미접종	5.09	6.2	0.20	0.04

*균접종량: 5.8E10 CFU/g, 배양온도: 25℃, 배양기간: 1개월

표2-28. 순창 전릉고추장에서 분리한 효모가 고추장의 성상에 미치는 영향(2)

균 종	환원당(g%)	포도당(g%)	Ethanol(g%)	Glycerol(g%)
Y1	5.70	0.30	4.15	0.60
Y2	5.04	2.10	3.45	3.05
Y5	12.54	10.00	2.75	1.05
Y6	6.32	1.90	2.60	0.95
Y7	3.64	1.90	3.80	0.55
Y8	6.66	0.80	3.26	1.12
B	10.04	5.25	0.80	0.57
D1	5.30	0.50	1.85	1.05
D3	5.26	1.05	3.88	1.40
미접종	15.50	12.68	0.05	0.07

*균접종량: 5.8E10 CFU/g, 배양온도: 25℃, 배양기간: 1개월

그러나 Y5 및 B균주와 같이 피막생성력이 강한 균주는 고추장 내부에서의 생육이 원활하지 않음도 알 수 있다. 또한 효모의 증식은 산도증가의 원인임도 알 수 있다.

나. 젖산균의 생리적 특성

1) 생육적응성 검정

분리, 동정된 5균주가 고추장에서 접하게 되는 몇 가지 요인이 생육에 미치는 영향은 표2-29과 같다.

표2-29. 순창 전봉고추장에서 분리한 젖산균류의 생리적 특성(30℃, 2일 후, 균수 CFU/mL)

조사항목	균 주				
	처 리 조 건				
생육온도(℃)	5(30일후)		15(15일후)		25(1일후)
RL4	1.2E7		9.8E7		2.4E8
LRK1	1.1E7		2.5E7		1.5E8
JL	3.0E7		1.1E8		5.8E7
RLS1	8.0E6		1.0E7		2.4E8
RLS2	9.3E7		3.8E7		1.6E8
소금농도(%)	6	9	12	15	18
RL4	2.5E8	1.5E8	1.1E7	1.1E7	1.0E6
LRK1	1.5E8	9.8E7	8.3E6	9.0E6	9.0E6
JL	2.0E7	4.8E8	2.3E8	8.0E7	5.0E6
RLS1	2.3E8	2.1E8	1.5E7	8.5E6	4.8E6
RLS2	1.8E8	1.1E8	6.3E7	5.0E6	1.5E6
포도당농도(%)	5	10	15	20	25
RL4	2.4E8	2.0E8	1.6E8	1.3E6	1.1E6
LRK1	1.6E8	1.2E8	1.0E8	8.8E6	8.0E6
JL	1.9E8	2.8E8	2.1E8	1.7E7	1.3E7
RLS1	2.4E7	1.6E8	1.6E8	1.3E7	1.1E7
RLS2	1.6E8	1.2E8	9.0E7	5.0E7	4.0E7
알콜농도(%)	2	4	6	8	10
RL4	2.1E8	1.3E8	1.3E8	1.3E7	1.2E6
LRK1	1.5E8	1.1E8	9.8E7	1.0E7	9.3E6
JL	3.3E8	1.9E8	7.3E7	3.0E6	3.0E6
RLS1	1.9E8	5.5E7	6.5E7	3.0E6	3.0E6
RLS2	1.3E8	6.3E7	5.0E6	3.0E6	1.2E8
pH	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5
RL4	2.4E8	2.3E8	2.4E8	2.0E7	1.3E6
LRK1	1.6E8	1.2E8	1.1E8	9.8E7	9.8E5
JL	3.0E8	2.3E8	1.3E8	8.0E7	3.0E5
RLS1	2.3E8	1.3E8	1.5E8	3.0E7	3.0E5
RLS2	6.3E8	1.5E8	3.0E8	5.0E7	1.4E5

*접종균량 1.0E6 CFU/g.

대부분의 균주들이 5℃부근까지 생육하는 저온균들이었으나 JL균주를 제외하고는 내삼투압성이나 내알콜성이 낮음을 알 수 있다. 또한 pH5.0이하에서는 생육이 상당히 제한되었다.

2) 산생성력 검정

소금농도별로 젖산생성도를 측정한 결과는 표2-30과 같다.

대부분의 균주는 식염농도가 12%이상에서 산생성이 억제됨을 알 수 있다. 이 사실은 고추장의 산미를 억제하는 방법으로 가염이 효과적임을 반증하는 자료이다.

3) 고추장의 품질에 미치는 영향

무균상태의 고추장에 젖산균을 접종하고 성장변화를 조사한 결과는 표 2-31, 표2-32과 같다.

식염농도 9%로 살균된 고추장에서 젖산균은 1%내외의 젖산을 생성하여 산미를 높이며, 일부 불쾌한 냄새를 남긴다. 그러나 뚜렷한 물질변화는 관찰되지 않는다.

표2-30. 순창 전통고추장에서 분리한 젖산균의 소금농도별 산생성력 검정 (25℃, 3일 후, 젖산량 g%)

균 주	소 금 농 도(%)				
	6	9	12	15	18
RL4	0.78	0.66	0.22	0.07	0.00
LR1	0.82	0.96	0.26	0.08	0.00
JL	1.24	1.00	0.58	0.26	0.18
RLS1	0.95	0.83	0.16	0.05	0.00
RLS2	1.24	0.74	0.32	0.01	0.00

*접종량 1.0E6 CFU/mL

표2-31. 순창 전통고추장에서 분리한 젖산균이 고추장의 성상에 미치는 영향(1)(25℃, 1개월)

균 종	pH	적정산도(mL)	젖산량(g%)	식초산량(g%)
RL4	4.37	25.7	1.01	0.25
LRK1	4.56	25.5	0.98	0.26
JL	4.23	26.1	1.44	0.34
RLS1	4.75	22.5	0.72	0.16
RLS2	4.62	21.4	0.83	0.22
미접종	5.09	6.2	0.20	0.04

*초기 접종량 3.5E8 CFU/g

표2-32. 순창 전통고추장에서 분리한 젖산균이 고추장의 성상에 미치는 영향(2)(25℃, 1개월 후)

균 종	환원당(g%)	포도당(g%)	풍 미
RL4	14.3	11.8	불쾌 취
LRK4	14.7	11.8	보통
JL	13.8	10.1	양호
RLS1	14.5	12.1	불쾌 취
RLS2	14.2	11.8	불량
미접종	15.50	12.6	보통

*초기 접종량 3.5E8 CFU/g

다. 일반세균류의 생리적 특성

1) 생육적응성 검정

고추장에서 분리한 5종의 일반세균에 대해서 생육온도, 내염성, 내알콜성 및 내산성을 조사한 결과는 표2-33과 같다.

표2-33. 일반세균류의 생리적 특성(30℃, 1일 후, 균수 CFU/mL)

조사항목	균주					
	처리 조건					
생육온도(℃)	5(30일후)		15(15일후)		25(1일후)	
A1	2.8E6		6.6E7		1.8E8	
A7-1	3.5E6		1.2E8		3.4E8	
A7-2	1.6E6		3.6E8		2.6E8	
A7-3	2.5E6		5.6E8		4.1E8	
A12	3.3E6		2.7E8		5.1E8	
소금농도(%)	6	9	12	15	18	21
A1	5.3E8	3.0E6	-	-	-	-
A7-1	9.5E8	5.0E6	-	-	-	-
A7-2	2.5E8	1.3E6	-	-	-	-
A7-3	1.0E9	7.0E8	2.0E7	1.0E7	5.0E6	7.5E6
A12	1.7E9	7.5E8	2.8E8	2.5E7	2.0E7	1.8E6
포도당농도(%)	5	10	15	20	25	
A1	9.8E8	3.8E8	-	-	-	
A7-1	8.0E8	7.0E8	-	-	-	
A7-2	1.2E9	9.3E8	-	-	-	
A7-3	1.1E9	8.3E8	-	-	-	
A12	3.9E9	1.5E8	1.0E8	4.8E7	5.3E6	
알콜농도(%)	2	4	6	8	10	
A1	4.6E9	3.0E9	-	-	-	
A7-1	8.3E8	6.3E8	-	-	-	
A7-2	1.8E9	1.2E9	-	-	-	
A7-3	1.1E9	3.3E8	-	-	-	
A12	3.6E9	5.5E8	3.5E7	2.8E6	-	
pH	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
A1	8.3E8	2.0E9	5.3E8	4.8E7	-	-
A7-1	1.2E9	9.3E8	6.5E8	6.5E7	-	-
A7-2	5.5E9	4.7E9	3.9E9	2.2E7	-	-
A7-3	1.3E9	1.2E9	7.3E8	6.8E7	-	-
A12	3.8E9	3.7E9	3.5E9	3.0E7	-	-

*집중량 1.3E6 CFU/mL

대부분의 균주가 공통적으로 15℃ 부근의 저온에서도 생육이 가능하였으나 내삼투압성에는 뚜렷한 차이를 보여 *Bacillus* sp.에 속하는 A1, A7-1, A7-2균주는 소금농도 12%, 당농도 15%가 한계로 보이고, *Staphylococcus aureus*에 속하는 A12균주가 비교적 강한 내성을 보인다. 내알콜성 역시 A12균주를 제외하고는 비교적 약하여 6%이상에서는 생육하지 않는다. 내산성은 모든 균주가 pH5.0이 한계이다.

2) 고추장의 품질에 미치는 영향

표2-34. 순창 전통고추장에서 분리한 일반세균이 고추장의 성상에 미치는 영향(1)(25℃, 1개월 후)

균 종	pH	적정산도(mL)	젖산량(g%)	식초산량(g%)
A1	5.11	8.5	0.31	0.03
A7-1	5.12	7.9	0.26	0.06
A7-2	5.09	9.3	0.45	0.05
A7-3	5.02	8.8	0.61	0.23
A12	4.86	18.5	0.88	0.14
미접종	5.09	6.2	0.20	0.04

*초기 접종량 2.5E8 CFU/g

표2-35. 순창 전통고추장에서 분리한 일반세균이 고추장의 성상에 미치는 영향(2)(25℃, 1개월 후)

균 종	환원당(g%)	포도당(g%)	풍미
A1	15.40	12.15	메주 냄새
A7-1	14.71	11.28	간장 향
A7-2	14.40	12.78	미접종분과 동일
A7-3	13.01	11.05	보통
A12	12.88	10.75	보통, 약간 신미
미접종	15.50	12.68	

*초기 접종량 2.5E8 CFU/g

일부 균주에서 냄새에 약간의 차이를 보이고 있을 뿐 고추장의 숙성도를

판별하는 제반 화학적 분석치에는 뚜렷한 변화가 감지되지 않아 고추장의 숙성과정에서 일반세균이 차지하는 역할이 미미하다는 사실을 반증하는 자료라 생각된다.

라. 사상균의 생리적 특성 및 고추장의 품질에 미치는 영향

1) 생육적응성 검정

사상균은 공장제품에서는 관찰되지 않으나 관리가 소홀한 일부가정에서 관찰되었으며, 고추장표면에 가장 쉽게 발견된 2균주를 분리하여 시험하였는데, 분리된 균주는 모두 *Penicillium*속이었다(표2-36).

표2-36. 순창 전룡고추장에서 분리한 사상균의 생리적 특성(25℃, 2주일)

조사항목	균 주	처 리 조 건					
		5(30일후)			15(15일후)		
생육온도(℃)	A	+++			+++		
	B	+++			+++		
소금농도(%)		6	9	12	15	18	21
	A	+++	+++	+++	+++	++	+
	B	+++	+++	+++	+++	++	+
포도당농도(%)		5	10	15	20	25	
	A	+++	+++	+++	+++	+++	
	B	+++	+++	+++	+++	+++	
알콜농도(%)		2	4	6	8	10	
	A	+++	+++	++	-	-	
	B	+++	+++	++	-	-	
pH		6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0
	A	+++	+++	+++	+++	++	+
	B	+++	+++	+++	+++	++	-

*“-” 불성장임

2) 사상균이 고추장의 품질에 미치는 영향

평판배지에서 포자를 발생시키고, 무균수를 가하여 포자현탁액을 만들었다. 살균된 고추장에 포자현탁액을 섞어 25℃에서 배양하면서 표면에 균개가 형성되면 재차 교반하여 균이 고추장 내부에서 충분히 자랄 수 있도록 한 조건에서 사상균이 고추장의 품질에 미치는 영향을 조사하였다(표2-37).

화학적 분석결과로는 뚜렷한 차이점은 없으나 쓴 맛과 불쾌한 곰팡이 냄새를 발하여 품질을 크게 저락시켰다.

표2-37. 사상균이 고추장의 품질에 미치는 영향(25℃, 1개월 후)

균 종	pH	적정산도(mL)	총환원당량(g%)
<i>Penicillium</i> A	4.85	12.7	14.22
<i>Penicillium</i> B	4.85	12.7	13.60
미접종	5.09	6.2	15.50

3. 요 약

고추장에서 분리한 9종의 효모에 대한 생육조건의 한계를 조사한 결과 대부분의 균주가 18%이상의 소금농도, 25%의 당농도, 10%의 ethanol에서도 증식이 가능하였으며, 5℃의 저온과 pH3.0부근의 강산성에서도 생육하는 강한 내삼투압성, 내알콜성, 내산성의 저온미생물로 고추장의 일반적인 성상으로 미루어 볼 때 광범위하게 분포할 수 있는 능력을 보유한 균주들이 밝혀졌다.

증식기에서의 ethanol의 생성능력은 소비된 당량에 대해 대략 25-27%수준이었으며, 최대생성량은 12-13g%에 달하여 소비된 당의 52%이상을 알콜로 전환할 수 있었다. 또한 고추장에서 증식 중에는 과다한 당의 소비와 더불어 3-4% ethanol을 생성하므로써 부풀림의 원인균으로써의 역할이 충분히 인정되었다.

젓산균은 효모류에 비해 내삼투압성등 극단의 생육조건에 대한 내성이 낮은 경향을 보였는데, 대부분의 균주가 증식 가능한 소금농도는 12%부근으로 고추장의 숙성에 관여하는 정도가 낮거나 과도한 산생성이나 불쾌한 냄새를 유발하는 등 풍미를 해치는 부정적인 역할을 보였다.

일반세균류는 보다 내삼투압성이 약하고, 물질소비나 생성력이 미미하여 고추장의 숙성경과나 저장성에 미치는 영향은 무시할 수준이었다.

제 4절 균의 유입원 조사

고추장의 숙성이나 저장과정에서 검출되는 미생물의 유입경로를 파악하기 위해 담금재료별로 미생물을 조사하였다. 또한 담금과정에서 공정의 차이에 따른 변화를 조사하였는데, 순창 전통고추장의 제조과정에서 미생물상에 영향을 가져올 수 있는 공정은 당화조작과 당화 후 가열이다. 한편 원료 중에서 찹쌀은 증자하고, 용수도 현지에서는 일단 끓인 후 식혀서 사용하는 관계로 조사에서 제외시켰다.

1. 재료 및 방법

가. 시료 및 균의 분리

순창 현지에서 2-3월에 고추장 메주, 고춧가루, 소금 및 엿기름을 무작위로 수거하여 검균하였다. 균의 분리 및 배양방법은 2절의 방법에 준하였다.

나. 당화공정

찹쌀가루에 수분을 80%수준으로 가하여 증자하고, 식힌 후 메주가루를 6%, 엿기름가루를 2% 수준으로 첨가하여 60-65℃의 수욕에서 일정시간 정치하였다가 균수를 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 원료별 미생물의 분포

고추장의 원료별 효모나 젖산균 및 일반세균의 평균적인 밀도는 표2-38과 같다.

고추장의 담금에 사용되는 원료에서 검출되는 효모류는 메주가 1.2E3, 엿기름 2.4E3, 고춧가루는 1.0E3이하이다. 젖산균은 엿기름 1.4E5, 메주 3.2E3으로 고춧가루는 1.0E3이하인데, 효모와 젖산균의 주유입원은 메주와 엿기름이라 할 수 있다. 일반세균의 경우는 보다 밀도가 높아 메주 4.5E8로 가장 높고, 고춧가루, 엿기름 순이다. 고춧가루는 천일건조와 가열건조에 차이가 있다. 일반세균은 모든 원료가 유입원이 될 수 있음을 보여주고 있는데, 이러한 경향은 일반 메주에 대한 조 등(22)의 보고나, 고춧가루에 대한 안 등(11) 및 최 등(23)의 보고와 상당히 유사하다.

표2-38. 고추장 원료별 미생물의 균종 및 밀도(CFU/g)

원 료	효 모	젖산균	일반세균
메주	1.2E3	3.2E3	4.5E8
엿기름	2.4E3	1.4E5	3.6E7
고추, 천일건조	<1.0E3	<1.0E3	2.5E8
고추, 가열건조	0	0	7.0E6

나. 가온당화조작의 영향

중자한 찹쌀가루에 메주가루와 엿기름가루를 첨가하여 65℃에서 가온하면서 경시적으로 조사한 균체수의 변화는 표2-39과 같다.

효모류와 젖산균은 65℃에서 1-2시간 가열로 대부분 사멸하나, 일반세균의 밀도에는 큰 변화가 없다. 이러한 사실은 가열당화가 효과적임을 입증하는 외에, 이 방법으로 담근 고추장에서도 부풀림 현상이 공통적으로 발생한다는 사실에서 2차 오염의 가능성을 생각하게 한다.

표2-39. 가온, 당화조작이 미생물의 균체수에 미치는 영향(CFU/g)

미생물	가 온 시 간(시간)				
	0	1	2	3	4
효모류	3.2E3	0	0	0	0
젖산균	1.2E4	<1.0E3	0	0	0
일반세균	3.3E7	1.5E5	1.2E5	1.2E5	1.3E5

3. 요 약

고추장 담금원료에 미생물조사에서 효모의 주유입원은 메주와 엿기름으로 1.2-2.4E3의 균량을 보유하고 있으며, 고추는 비교적 낮았다. 젖산균 역시 메주와 엿기름이 주입원으로 1.4E5이하의 균량을 보였고, 일반세균은 메주, 엿기름 및 고춧가루 모두 높은 3.6E7에서 4.5E8의 높은 균량을 보였다. 한편 고추장 담금시 가열당화조작은 효모와 젖산균의 밀도를 낮추는데 대단히 유효하였으며, 양조용수를 끓여서 사용하기 때문에 담금 초기에 있어 원료로 유입되는 균량은 속성에 큰 의미가 없다는 결론을 얻었다.

여 백

제 3장 고추장의 제법에 따른 제품의 특성 및 균총변화에 관한 연구

제 1절 서설

제 2절 순창 전통고추장의 제법에 관한 실태조사

제 3절 원료의 배합비율에 따른 제품의 특성 및
균총변화

제 4절 원료의 전처리, 효모의 접종 속성온도 및
발효조의 관리방법이 고추장의 특성 및
균총에 미치는 영향

여 백

제 3장 고추장의 제법에 따른 제품의 특성 및 균총의 변화

제 1절 서 설

고추장의 제조에서 사용되는 원료의 종류나 배합비율, 담금방법 및 담금 후의 관리상태는 고추장의 숙성경과나 풍미 및 저장성을 좌우하는 기본적인 사항임은 자명한 사실이다.

고추장의 숙성은 메주에서 유래하는 효소의 작용으로 전분과 단백질이 분해되고, 발효미생물은 이것을 이용하여 이차적인 물질을 생산함으로써 풍미를 증진시키는데 모든 발효식품에서 그러하듯 관여하는 미생물의 종류나 균종간의 균형이 발효의 성패를 좌우하게 된다. 결국 투여되는 원료는 직접적으로 제품의 특성이 되면서 한편으로는 발효미생물의 조절이라는 우회적인 경로를 통해 품질을 결정하게 된다. 물론 표준화를 이룩한 대단위 공장 규모의 발효에서는 인위적인 균주관리가 가능하나 전통고추장과 같이 경험에 의해 방임적으로 제조되는 경우에는 담금원료에 대한 의존성이 더욱 커질 수 밖에 없다.

고추장 담금원료에 대한 연구는 전분질 원료에 대해서는 찹쌀(24, 25), 대체원료(25-29)에 관한 다수의 보문이 있으며, 고추나 고춧가루에 대해서는 성상이나(30, 31), 건조 및 분쇄방법(32), 살균방법 및 저장성(23, 33), 효소나 미생물에 미치는 영향(34) 등에 관한 보고가 있다. 콩은 단백질의 보충과 더불어 효소의 고급원이기 때문에 메주로 투여되며, 숙성의 경과를 메주가 지닌 효소의 활력에 달려있는바 숙성을 촉진시키고, 품질의 안정을 위해 국균을 사용하여 개량을 시도한 연구도 있다(2-5).

한편, 고추장의 제조에서 사용되는 재료의 혼합비율은 연구자에 따라 큰 차이가 있어 정형을 가늠하기가 어려운데, 이것은 전통적인 발효식품이 갖는 공통적인 현상이겠으나 순창 전통고추장의 경우, 관습적인 방법에 의해 가내수공업적으로 제조되고 있으며, 각양각색으로 저마다의 주장이 달라 정형화하거나 계량화하기가 더욱 어렵다.

또한 지금까지 대부분의 연구보고는 원료의 단순조합에 의한 숙성경과나 풍미에 미치는 영향을 단편적으로 파악하고자 했을 뿐이며, 부풀림현상과 같은 저장성의 문제는 거의 도외시 해왔다. 본 연구에서는 이러한 문제의 해결을 위해 개개의 원료가 숙성과정에서 차지하는 역할을 보다 면밀히 검토하여 궁극적으로 저장성에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하고자 시행되었다. 아울러서 순창 전통고추장의 실태 파악을 위해 담금 방법에 대한 현지조사를 실행하였다.

제 2절 순창 전통고추장의 제법에 관한 실태조사

실내실험을 위한 예비단계로 현지를 방문하여 설문조사와 시료분석을 병행하였다.

1. 재료 및 방법

조사 대상지역은 순창군 순창읍에 한정하였으나, 일부 보완을 위해 인접한 면까지 확대하였다. 방문조사를 원칙으로 하였고, 조사대상은 자가소비를 목적으로하는 일반가정 162개소와 소규모이기는 하나 판매를 목적으로 하는 공장 23개소를 대상으로 하였다.

이화학적 성상은 제2장의 방법에 따랐다.

2. 결과 및 고찰

가. 원료의 종류 및 혼합비율에 관한 조사.

1) 찹쌀의 사용량

설문조사 결과, 찹쌀의 사용량은 표3-1과 같다.

표3-1. 찹쌀의 사용량

사용량(%)	자가소비	판 매
5-10	3(1.2)	0
10-15	7(4.3)	0
15-20	36(22.2)	7(30.4)
20-25	87(53.7)	15(65.2)
25-30	25(15.4)	1(4.4)
30이상	4(2.5)	0

*()은 비율(%)

찹쌀의 첨가량은 양자 모두 20-25%수준이 가장 보편적이었다. 그러나 일반 가정에서 실제로 찹쌀을 사용하는지에 대해서는 상당한 의문이 있었다.

2) 고춧가루 사용량

고춧가루의 첨가수준은 표3-2와 같다.

표3-2. 고춧가루사용량

첨가량(%)	자가소비	판 매
12이하	4(2.5)	0
12-15	26(16.0)	0
15-18	92(56.8)	7(30.4)
18-21	40(24.7)	12(52.3)
21-24	0	3(13.0)
24이상	0	1(4.3)

*()은 비율(%)

고춧가루의 첨가량은 대부분 15-21%였으나, 판매용 고추장의 경우 색깔과 매운 맛에 대한 기호성을 고려하여 20%이상으로 높히는 경향이 있다.

3) 메주가루 사용량

메주가루의 사용실태는 표3-3과 같다.

메주가루 사용량은 일반적으로 5-10% 수준이나, 판매용은 색깔 등의 이유로 사용량을 줄이는 경향이 있다.

표3-3. 메주가루 사용량

첨가량(%)	자가소비	판 매
5이하	8(4.9)	0
5-10	134(82.7)	18(78.3)
10-15	16(9.9)	4(17.4)
15이상	4(2.5)	1(4.4)

*()은 비율(%)

4) 엿기름의 사용량

엿기름의 사용량은 표3-4와 같다.

표3-4. 엿기름의 첨가량

첨가량(%)	자가소비	판 매
사용안함	62(38.3)	3(13.0)
3이하	69(42.6)	2(8.7)
3-5	24(14.8)	15(65.2)
5-7	5(3.1)	2(8.7)
7-9	2(1.2)	0
9이상	0	1(4.4)

*()은 비율(%)

엿기름의 사용량은 3-5%수준이 가장 일반적인데 일반가정에서는 판매용에 비해 사용빈도나 첨가량이 낮다. 판매용의 경우 사용은 증가 추세에 있다.

5) 기타 첨가되는 재료

이상의 주재료 외에 간헐적으로 첨가되는 재료들로는 다음과 같은 것들이 있다(표3-5).

가정용의 경우 찹쌀대용으로 멥쌀이나 밀가루의 사용이 빈번하며, 판매용은 당도의 증가나 색깔을 위해 물엿이나 설탕을 첨가하는 경우가 있다. 코오지를 이용한 속양 고추장도 발견되며, MSG는 미숙성 고추장이나 수용성 질소화합물이 낮은 경우 첨가되는 것으로 생각된다.

표3-5. 순창 전통고추장에 첨가되는 기타 재료

첨가재료	자가소비	판 매
멥 쌀	89(54.9)	-
밀 가 루	117(72.2)	-
설탕	7(4.3)	9(39.1)
물 엿	12(7.4)	17(73.9)
코 오 지	0	3(13.0)
MSG	0	3(13.0)
기 타	27(16.7)	3(13.0)

*()은 비율(%), "-"은 무응답, 기타는 합성보존료, 마늘, 간장 등임

6) 고추장 메주의 제조를 위한 원료의 배합비

고추장 메주를 만들기 위한 재료의 배합비율은 표3-6과 같다.

표3-6. 고추장 메주 제조원료의 배합비

콩 - 멥쌀	자가소비	판 매
10-0	5(3.1)	0
9-1	15(9.3)	0
8-2	37(22.8)	4(17.4)
6-4	19(11.7)	12(52.2)
5-5	5(3.1)	6(26.1)
사용안함	13(8.0)	0

삶은 콩 70%에 멥쌀 백설기를 30%로 섞어 만드는 경우가 가장 많다. 만드는 방법은 대부분 동그랗게 빚고, 가운데 구멍을 뚫어서 숙성시켰다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 순창지방의 전통고추장의 담금에 사용되는 원료의 배합비율은 다음 표3-7과 같다.

표3-7. 순창 전통고추장에 있어서 원료의 평균 배합비

원 료	자가소비	판매용
찹 쌀	21.5	18.9
메주가루	8.2	5.7
고춧가루	15.4	17.6
엿 기 림	2.3	3.7

전분질 원료나 메주의 첨가량은 일반가정에서 높은 반면에 판매용은 고춧가루 사용량이 높는데, 이것은 상품성을 고려한 결과로 생각할 수 있다.

나. 담금 시기, 방법 및 저장 중의 관리에 관한 조사

1) 고추장 메주 제조시기

고추장 메주를 만드는 시기에 관한 조사결과는 표3-8과 같다.

표3-8. 고추장 메주의 제조시기

월	자가소비	판 매
1-2	29(17.9)	0
3-4	0	0
5-6	2(1.2)	0
7-8	13(8.0)	5(21.7)
9-10	65(40.1)	15(65.2)
11-12	53(32.7)	3(13.0)

*()은 비율(%)

고추장용 메주는 일반장류용의 콩메주가 동절기에 제조되는 것과는 달리

비교적 기온이 높은 9-10월에 제조되고 있다.

2) 고추장 담금시기

고추장의 담금시기도 일반 장류와 일치할 것이나 표3-9와 같이 다양한 분포를 보인다.

표3-9. 고추장의 담금시기

월	자가소비	판 매
1	11(5.0)	23(28.0)
2	13(5.9)	15(18.3)
3	109(49.5)	8(9.8)
4	29(13.2)	11(13.4)
5	5(2.3)	8(9.8)
6	12(5.5)	3(3.7)
7	9(4.1)	0
8	6(2.7)	0
9	5(2.3)	0
10	7(3.2)	0
11	12(5.5)	2(2.4)
12	2(0.9)	12(14.6)
합 계	220(100)	82(100)

*()은 비율(%), 중복응답으로 조사수 증가.

일반가정에서는 3월에 집중되어 있으나, 판매용은 12월부터 시작되어 익년 4월까지 분산되어 있으며, 비교적 일찍 담그는 경향이 있는데 이것은 판매를 앞당기기 위함으로 보인다.

3) 담금용기

판매용은 대부분 합성수지에 담그고 있으며, 일반가정은 주로 옹기를 사용하였다.

4) 숙성 및 저장장소

전통적으로 재래장류의 숙성 및 저장 장소로는 햇볕이 잘 드는 곳을 택한다. 그러나 협소한 가정집에서 다량의 판매용 고추장을 제조하는 경우에는

적합한 공간을 확보하기가 어렵고, 그 실태 조사결과는 표3-10과 같다.

표3-10. 판매용 고추장의 숙성 및 저장 장소

장 소	공장수	비 율(%)
노 천	23	82.1
실 내	5	17.9

대부분의 업소가 영세하여 특별한 관리시설을 갖추지 못하고 있어 장기적으로는 저온저장 시설을 마련할 수 있는 대책이 필요하다.

5) 엿기름 사용할 때 가온당화조작

엿기름을 가할 때는 채로 쳐서 바로 다른 재료와 섞거나, 일단 물로 추출하여 첨가하는데 엿기름을 가하고 가온에 의한 당화조작의 시행여부 등을 조사하였다.

엿기름 첨가 후의 당화조작은 숙성을 촉진시킬 뿐만 아니라 불필요한 잡균의 제거에도 효과가 있으나, 대부분의 경우 철저하게 지켜지지 않고 있다. 또한 일부에서는 당화가 끝나면 물엿을 만들 듯 자불하는 경우도 발견되었다.

표3-11. 가온에 의한 당화조작

조 작	자가소비	판 매
방 입	94(94.0)	12(60.0)
60-65℃가열	3(3.0)	2(10.0)
직화가열	1(1.0)	3(15.0)
졸 입	2(2.0)	3(15.0)

*()은 비율(%)

6) 숙성 및 저장 중의 관리

숙성 및 저장 중에 발효조의 관리상태를 조사한 결과는 다음과 같다.

표3-12. 숙성 및 저장 중의 교반회수

교반회수	자가소비	판 매
교반 안함	73(45.1)	0
2개월 1회	84(51.9)	8(34.8)
1개월 1회	5(3.1)	12(52.2)
1개월 2회	0	3(13.0)

*()은 비율(%)

일반가정의 경우 대부분 담금량이 적고, 수시로 뚜껑을 열어 햇볕을 쬐이는 외에 별다른 관리는 하지 않는다. 그러나 판매용의 경우 대형용기에 담기 때문에 고형물과 액층의 분리가 일어나므로 정기적으로 교반할 필요가 있으며, 월 평균 1회정도 교반하고 있음을 알 수 있다.

다. 순창지방의 재래고추장용 메주의 특성조사

순창지방에서 일반가정으로부터 2월에 수거한 고추장용 메주의 분석결과는 다음과 같다.

표3-13. 순창지방 재래고추장용 메주의 성상

조사항목	측 정 치	
	범 위	평균치
수 분	7.5 - 28.4	10.7
조단백질	34.6 - 45.9	36.6
탄수화물	18.3 - 27.0	25.4
조지방	8.8 - 15.7	11.3
효소역가(Unit/g)		
산성 Protease	30 - 450	140
중성 Protease	20 - 200	60
α -Amylase	20 - 480	80
β -Amylase	450 - 1280	720

시료간에 측정치의 변이가 상당히 큰데, 이것은 가정마다 원료의 배합비

을이나 숙성도가 다른 데에서 초래된 현상으로 생각된다.

라. 순창 전통고추장의 성상

순창지방의 일반가정 및 판매용 전통고추장의 이화학적 성상은 표3-14와 같다.

표3-14. 순창지방 전통고추장의 성상

조사항목	일반가정		판매용	
	범 위	평 균	범 위	평 균
pH	4.32 - 5.68	5.10	4.44 - 5.21	4.78
수분함량(%)	38.50 - 59.50	50.80	42.60 - 55.60	48.90
염 도(%)	8.10 - 20.90	11.80	5.80 - 18.40	8.70
적정산도(mL)	8.50 - 25.40	23.40	18.60 - 26.30	25.40
포도당(g%)	4.70 - 8.30	6.20	5.20 - 13.70	8.60
맥아당(g%)	1.00 - 5.40	2.30	2.40 - 20.00	5.64
총환원당(g%)	6.90 - 15.50	10.30	8.80 - 25.10	13.30
조단백질(g%)	2.40 - 9.60	7.50	4.20 - 6.70	5.80
수용성질소(mg%)	115 - 234	185	132 - 208	171

*적정산도는 0.1N-NaOH소비 mL수

성분의 분석결과 자가소비용과 판매용간에 상당한 차이가 있음을 알 수있다. 즉 수분함량에 있어서는 가정용이 평균 50.8%로 시료간에 편차가 대단히 크나 판매용은 48.7%로 낮은 경향을 보인다. 염도는 가정용이 평균 11.8%로 판매용 8.7%보다 높다. 당함량에 있어서는 이상의 결과와는 상반되는 경향을 보여 판매용이 함량이 높고, 시료간의 변이도 심하다. 이것은 당성분을 재투여한 결과로 생각된다. 결국 전체적으로 비교할 때 일반가정용 시료는 변이가 심하나, 판매용의 경우는 보다 평준화되는 경향을 감지할 수 있다.

3. 요약

순창지방에서 전통고추장의 제법이나 성상에 대한 조사결과 일반가정의 자가소비를 위한 경우 최종 제품에 대한 비율로 찹쌀 21.5%, 고춧가루 15.4%, 메주가루 8.2%, 식염 12%로 담그고, 평균 수분함량은 50.8%였는데 전반적으로 조사시료간의 편차가 대단히 높았다. 제조시기는 3월에 몰려 있었다. 한편 판매용은 찹쌀 18.9%, 고춧가루 17.6%, 메주가루 5.7%이며, 엿기름의 사용빈도나 양이 높은 경향을 보였다. 평균 수분함량은 48.9%로 약간 낮은 편이며 시료간 편차는 가정용 보다 낮았다. 제조시기는 1-4월로 일반가정보다 넓은 편이었다.

순창지방의 재래고추장용 메주와 전통고추장에 대한 성상을 조사한 결과, 시료간에 편차가 심하여 일정한 경향을 찾기가 어려우나 판매용과 일반가정에서 담근 고추장간에는 비교가 되는 경향이 발견된다. 즉 일반가정에 비해 자가소비용은 산도가 높고, 수분함량과 식염농도는 낮으며, 당함량이 높은 경향을 보였다.

제 3절 원료의 배합비율에 따른 제품의 특성 및 균총 변화

수분함량, 식염농도 및 각종 원료의 첨가량을 달리하여 담금 고추장을 5-25℃의 온도조건에서 숙성시키면서 발효경과, 제품의 특성 및 균총의 변화를 관찰하고, 계속적으로 저장 중의 변화를 조사하여 이들 요인들의 역할을 파악하고자 하였다.

1. 재료 및 방법

가. 고추장의 담금 및 숙성방법

1) 원료의 배합

시험용 고추장 마련에 있어 원료의 표준적인 배합비율은 표3-15와 같다.

표3-15. 고추장 담금원료의 표준배합비

원 료	원료혼합비(%)	고추장 증 비율(%)
참쌀가루	38	21.1
고춧가루	26	14.4
메주가루	12	6.7
엿기름	4	2.2
소금	20	9.5

수분은 원료를 혼합하고, 최종제품에서 50%가 되도록 첨가하였다. 한편 특정 원료의 첨가량을 증감시킬 경우에는 여타 원료의 사용량을 비례적으로 가감하여 조절하였는데 수분함량은 50%, 식염농도는 9%를 항상 유지시켰다. 참쌀은 침지 후 가루를 마련하여 사용하였고, 소금은 순도 85%의 천일염을 이용하였다. 물은 지하수를 끓여서 사용하고, 엿기름은 가루를 직접 첨가하였다.

2) 담금방법 및 숙성

참쌀가루에 소요량의 물을 가하여 고압살균부에서 120℃, 20분간 호화시키고, 60℃까지 방냉한 다음 메주가루와 엿기름가루를 가하여 65℃에서 4시간 당화시켰다. 여기에 소금과 고춧가루를 섞고, 2ℓ들이 유리병에 1kg씩 넣어 각각 실온(1월 담금), 15, 20 및 25℃에서 숙성시켰다.

나. 균총조사 및 이화학적 분석

20-25℃숙성구는 2주일, 실온 및 15℃숙성구는 2-4주일 간격으로 6개월간 제2절의 시험방법에 준하여 행하였다.

한편 효소의 역가는 조 등(2), 이(35) 및 신 등(36)의 방법에 따라 행하였다. 즉 40mesh 정도로 마쇄한 시료 5g에 증류수를 가하여 100mL로 정용

하여, 실온에서 2시간 진탕하여 추출하고, 여지로 여과한 여액을 시료액으로 하였다. Protease는 pH3.0 및 7.2에서 0.6% Caseine을 분해시켜서 유리된 tyrosine량을 측정하여 활성도를 구하였다. 전분액화력은 Blue Value법으로 측정한 후 660nm에서 흡광도를 구하고, 전분당화력은 유리된 포도당량을 측정하여 구하였다.

다. 균총조사 및 이화학적 분석

제2장의 방법에 따랐다.

2. 결과 및 고찰

원료배합비율을 달리하여 담근 고추장의 숙성과정에서 효모류, 젖산균류 및 일반세균류의 균총변화와 제반 이화학적 성상의 변화를 조사하였는데, 고추장의 발효경과를 감안하여 숙성도의 지표로써 pH, 적정산도, 젖산 및 식초산의 농도를 측정하였고(1), 환원당, ethanol 및 glycerol을 경시적으로 측정하여 효모의 동태를 추적하였다. 따라서 실험에서 얻어진 자료는 이러한 방향으로 정리하였다.

가. 수분함량

40-60%의 범위에서 수분함량을 달리하여 고추장을 담그고, 15 및 25℃에서 숙성시키면서 경시적으로 균체수, 산생성, 당소비 및 ethanol 생성량 등을 조사하여 표3-16에서 표3-25와 같은 결과를 얻었다.

1) 저온숙성(15℃)

15℃에서 6개월간 경시적으로 조사한 결과는 표3-16에서 3-20과 같다.

가) 균총의 변화

담금 2주일 후부터 6개월간 조사한 효모, 젖산균 및 일반세균의 균체수는 다음 표3-16과 같은 변화를 보였다.

표3-16. 수분함량을 달리한 고추장의 숙성 중 균총의 변화(15℃)

수분함량(%) 균 종		조 사 기 간(개월)				
		1	2	3	4	6
40	효 모	2.1E4	6.7E4	1.2E6	1.4E7	1.5E7
	젖 산 균	3.5E5	1.4E6	7.4E6	4.4E7	7.6E7
	일반세균	8.8E5	3.2E6	1.0E6	3.1E6	4.5E6
45	효 모	3.3E4	7.8E4	1.8E6	2.1E7	3.0E7
	젖 산 균	6.5E5	1.4E6	5.5E6	1.6E7	1.5E7
	일반세균	1.0E5	4.4E6	2.3E6	2.6E6	1.0E6
50	효 모	6.8E4	3.0E5	1.1E7	6.0E7	2.1E8
	젖 산 균	1.2E6	6.7E6	1.0E7	2.1E8	2.4E7
	일반세균	2.2E6	1.0E6	4.2E7	2.0E6	2.6E6
55	효 모	2.7E5	1.2E6	6.5E7	2.1E8	2.9E8
	젖 산 균	1.2E6	5.0E6	4.4E7	5.0E7	4.4E7
	일반세균	5.7E6	1.2E6	3.9E6	2.5E6	2.0E6
60	효 모	5.0E5	1.0E6	3.4E7	2.1E8	2.4E8
	젖 산 균	4.4E6	7.6E6	1.0E7	6.1E7	5.0E7
	일반세균	1.2E6	3.3E6	7.7E6	5.4E6	4.5E6

전반적으로 균체수의 증가는 수분함량이 높을수록 빠르게 진행되는 경향을 보이는데, 효모의 경우 40-45% 저수분구는 4주부근에서 급속히 증식하기 시작하여 8주에는 1.0E4-5에 달하고, 6개월 후에는 각각 1.5E7과 3.0E7의 균체수를 보인다. 한편 55-60%의 고수분구에서는 담금초기부터 빠르게 증식하여 6주에는 1E6에 달하고, 6개월 후에는 각각 2.9-2.4E8의 균체수를 보인다. 50%수분구는 양자의 중간적인 경향을 보이며, 6개월 후의 균체수는 2.2E8이다. 어쨌든 15℃의 저온숙성의 경우 효모의 균체수는 전 조사기간에 계속적으로 증가하고 있음을 알 수 있다. 젖산균류와 일반세균류는 효모류와 비슷한 경향을 보이며, 특이한 사항은 발견되지 않는다.

나) 산도 및 유기산량의 변화

6개월간 조사한 pH와 적정산도의 변화는 표3-17과 같고, 젖산과 식초산합량의 변화는 표3-18과 같다.

표3-17. 수분함량을 달리한 고추장의 숙성 중 산도의 변화(15℃)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
40	pH	5.24	5.20	5.08	5.00
	적정산도	6.00	6.30	9.40	10.20
45	pH	5.24	5.21	5.10	5.08
	적정산도	4.50	6.70	8.30	12.50
50	pH	5.16	5.00	4.84	4.75
	적정산도	7.30	9.60	15.90	18.80
55	pH	5.20	4.90	4.71	4.70
	적정산도	5.10	12.80	15.40	17.20
60	pH	5.24	4.90	4.70	4.55
	적정산도	4.50	10.50	18.00	22.20

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH소비 mL수임

표3-18. 수분함량을 달리한 고추장의 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(15℃, g%)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
40	젖 산	0.01	0.06	0.08	0.10
	식초산	0.01	0.01	0.03	0.15
45	젖 산	0.01	0.05	0.17	0.23
	식초산	0.01	0.02	0.12	0.15
50	젖 산	0.08	0.21	0.33	0.32
	식초산	0.01	0.14	0.17	0.21
55	젖 산	0.08	0.22	0.36	0.69
	식초산	0.02	0.25	0.28	0.27
60	젖 산	0.10	0.26	0.46	1.07
	식초산	0.12	0.35	0.35	0.55

산도의 증가속도는 수분함량이 높을수록 빠르게 진행되며, 젖산 및 식초산의 생성량도 높음을 알 수 있다. 즉, 40-45%구는 6개월 후 pH가 5.0-5.1, 적정산도는 10.2-12.5인데 55-60%구는 pH4.70-4.55이고, 적정산도는 17.3-22.2로 월등히 높다. 50%구는 pH4.75에 적정산도 18.8로 양자의 중간 정도임을 알 수 있다.

젖산의 증가속도는 수분함량 40-50%구와 55-60%구간에 차이를 보여 40-50%구는 지극히 완만하여 6개월 후에 0.2g%에 머물렀으나 후자는 0.67-1.07g%에 달했다. 식초산은 60%구에서 뚜렷한 차이를 보여 급속히 함량이 증가하였으나 젖산에 비해서는 전시험구간에 평균적인 생성경과를 보임을 알 수 있다.

다) 환원당과 알콜함량의 변화

6개월간의 조사결과 맥아당, 포도당, 과당 및 환원당 총량의 변화는 표 3-19와 같고, ethanol과 glycerol함량의 변화는 표3-20과 같다.

당의 소비율은 수분함량에 비례하여 높아져서 투여된 당량에 대해 6개월 후의 소비량은 40%구 8.5g%, 45%구 9.1g%, 50% 11.1g%, 55%구 12.5g%, 60%구 12.4g%로 높아지고 있으며, 숙성과정에서도 비슷한 경과를 보인다.

Ethanol의 생성량은 당의 소비량과 비례하는 경향을 보여 당의 소비가 왕성할 수록 생성량이 높다. 그러나 각 시험구마다 조사시점에 따른 일괄된 경향을 찾기가 어렵고, 고수분구에서 보다 높은 함량이 기대되나 오히려 저수분구가 더 높고, 함량변화도 돌발적이다. 이러한 현상은 ethanol이 물리, 화학적으로 불안정한 화합물이며, 생물학적으로도 이차대사의 가능성이 있는 특성 때문으로 생각된다. 6개월 후의 조사에서에서도 당소비율이 낮은 저수분구에서 보다 높은 함량을 보여 ethanol의 물리적인 휘발성이나 미생물에 의한 이차대사산물화의 가능성을 생각할 수 밖에 없다. 즉, 저수분구는 점도가 높아 ethanol의 포집력이 강하고, 고수분구는 포집력이 약한

반면에 미생물에 의한 대사회전도가 월등히 높아 생성량의 상당 부분이 일탈되었을 것으로 생각된다. 이러한 추리는 glycerol이 ethanol 발효의 부산물이라는 점과 고수분구일수록 glycerol의 함량이 높다는 사실로 충분히 가능하다.

한편 시료에서 기포가 관찰되는 시점은 40-50%구가 담금 7-8주, 55-60%구는 4주 무렵으로 ethanol이 0.5-1.0%이상 검출되는 시점과 일치하고 있으며, 표3-15에서 볼 수 있는 바와 같이 효모의 균량이 1E6-1E7에 달하는 시점이기도 하다. 어쨌든 당과 알콜류의 변화는 주로 효모에 의해서 영위되

표3-19. 수분함량을 달리한 고추장의 숙성 중 환원당의 변화(15℃, gx)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
40	맥아당	10.06	7.53	6.18	3.75
	포도당	14.58	14.12	15.62	13.10
	과 당	0.38	0.41	0.07	0.00
	총환원당	26.07	24.43	22.73	18.75
45	맥아당	8.84	6.63	7.35	4.43
	포도당	12.62	13.97	10.91	10.15
	과 당	0.49	0.62	0.24	0.00
	총환원당	22.17	21.04	19.11	15.34
50	맥아당	6.36	5.91	3.21	1.95
	포도당	11.78	10.61	8.06	7.75
	과 당	0.99	0.70	0.24	0.00
	총환원당	18.27	17.03	14.27	10.55
55	맥아당	4.37	4.17	3.62	1.00
	포도당	7.36	6.41	5.01	5.70
	과 당	0.35	0.23	0.00	0.00
	총환원당	15.70	12.72	10.54	6.74
60	맥아당	4.48	4.35	5.09	0.54
	포도당	6.84	5.60	4.01	3.15
	과 당	0.64	0.39	0.07	0.00
	총환원당	13.61	11.10	8.47	4.99

표3-20. 수분함량을 달리한 고추장의 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화 (15℃, gx)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
40	Glycerol	0.00	0.04	0.26	0.75
	Ethanol	0.02	0.15	0.65	3.55
45	Glycerol	0.03	0.07	0.14	0.45
	Ethanol	0.01	0.27	0.39	2.95
50	Glycerol	0.04	0.23	0.63	0.65
	Ethanol	0.11	0.45	1.25	2.65
55	Glycerol	0.06	0.80	0.72	1.30
	Ethanol	0.11	0.96	1.42	1.55
60	Glycerol	0.01	0.41	0.52	0.45
	Ethanol	0.20	0.99	1.09	2.15

는 것으로 이 물질들은 고추장의 숙성도나 풍미를 좌우하는 성분이나, 고추장의 부풀림 현상을 해석함에 있어 ethanol의 함량은 효모의 생육도를 판단하는 간접적인 지표로 이용될 수 있고, 물리적으로 안정한 glycerol은 상대적으로 불안정한 ethanol의 결점을 보완하는 자료로 이용될 수 있다.

2) 고온숙성(25℃)

가) 균총의 변화

담금 2주일부터 6개월까지 효모, 젖산균 및 일반세균의 균체수는 다음 표 3-21과 같은 변화를 보인다.

전체적으로 15℃에서와 같이 모든 미생물이 수분함량이 높을수록 빠르게 증식하고 있음을 알 수 있는데, 효모의 경우 40-45% 수분구에서는 6주, 50% 이상구에서는 4주무렵부터 균체수가 1E7을 넘어서고 있으며, 이 때 모든 시험구에서 기포가 발견되었다. 균체수는 담금 후 대략 6-8주면 3.4E7에서

5.2E8로 최고치를 보이다가 점차 하강하여 6개월 후에는 2.7E7에서 3.1E8 수준에 있다. 이러한 경향은 다른 연구자의 보고(8,36,37) 보다는 상당히 빠른 것으로 본 시험에서는 25℃의 항온을 유지했던 데에 원인이 있는 것으로 생각된다. 어떠한 전반적인 비교에서 15℃의 경우에 비해 균체의 증식 속도가 2주일 정도 빠르게 진행됨을 알 수 있다.

표3-21. 수분함량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃, CFU/g)

수분함량(%)	균 종	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
40	효 모	1.5E5	4.7E6	3.4E7	3.2E7	2.7E7
	젖 산 균	5.6E5	1.0E6	3.4E7	1.3E7	2.3E6
	일반세균	7.7E5	1.3E6	5.1E6	4.4E6	3.2E6
45	효 모	1.5E5	3.2E6	3.7E7	2.2E7	3.0E7
	젖 산 균	1.2E6	4.7E6	2.1E7	2.7E6	2.5E6
	일반세균	1.8E6	3.5E6	5.7E6	1.2E7	7.7E6
50	효 모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	4.1E6	3.5E7	1.2E8	1.4E7	1.2E7
55	효 모	4.6E6	1.3E7	3.2E8	3.2E8	1.8E8
	젖 산 균	3.1E6	4.8E7	5.5E7	6.4E7	2.1E7
	일반세균	1.0E6	2.4E6	7.9E6	1.2E7	3.6E7
60	효 모	7.1E6	2.8E7	5.2E8	4.4E8	3.1E8
	젖 산 균	5.3E6	5.2E7	5.9E7	6.5E6	3.5E7
	일반세균	5.0E6	3.0E6	1.0E7	3.1E7	7.7E6

젖산균과 일반세균의 경우도 효모류와 유사한 경향을 보이나 젖산균의 경우 40-45%의 저수분구에서 생육도가 높은 경향이 있고, 일반세균은 전반적으로 균체의 증식도가 뚜렷하지 않는 경향이 있다.

나) 산도 및 유기산의 변화

조사기간 중 pH와 적정산도의 변화는 표3-22와 같고, 젖산과 식초산의 함

량변화는 표3-23과 같다.

앞의 경우에서와 같이 수분함량이 높을수록 산생성량이 높은 것을 알 수 있으며, 표3-21과 결부시켜 볼 때 미생물의 생육도와도 뚜렷한 연관성이 있어 50%수분구를 경계로 고수분구와 저수분구간에 명확한 차이가 나타난다. 일반고추장의 pH는 4.78-5.10, 적정산도는 23.4-25.4수준인데(표3-14 참조), 여기에 따른다면 50%구의 경우 대략 8주 후면 식용에 도달함을 알 수 있다. 6개월 숙성 결과 40%구는 pH가 5.08에 적정산도는 12.3이고, 50%구는 4.65에 21.5, 60%구는 4.13에 22.5인데, 특히 55-60%의 고수분구의 산도는 식용이 어려운 수준으로 제조과정에서 적절한 미생물 관리가 요망된다. 40-45%의 저수분구는 숙성이 너무 완만하여, 결국 고추장 담금에 있어 적절한 수분량은 50%부근임을 알 수 있다.

젖산과 식초산의 농도 증가도 동일한 경향을 보여, 젖산의 경우 40%구 2주 0.01g%에서 8주 0.34g%로 비교적 완만하나 꾸준히 증가하고 6개월에는 0.24g%를 보이고, 50%구는 2주 0.22g%, 8주 0.96g%, 6개월 0.78g%로 급속히 증가하다 감소하는 경향을 보인다. 한편 60%구는 2주 0.82g%로 초기에 급속한 생산을 보이고, 이 후 완만하게 증감하다 6개월 후에는 0.74g%에 머무르고 있다. 이상의 경과를 종합하여 볼 때 젖산의 생성은 숙성 초기에 결정되는 것으로 숙성 후반기에는 점차 감소하는 경향을 알 수 있고, 전반적으로 15℃의 저온숙성의 경우보다 생성량이 높음도 알 수 있다. 한편 식초산의 생성은 고추장의 수분함량의 차이에 따른 영향을 비교적 적게 받으며 숙성기간 동안 일정수준까지 완만히 증가하는 경향이 있으며, 6개월간의 숙성으로 0.11-0.35g%수준을 보여 숙성온도에 따른 차이도 뚜렷하지 않다.

고추장의 풍미의 한 요소로 산미를 들 수 있는데(1,38), 산미의 주체를 파악하기 위해 별도의 시험으로 휘발성 산으로 acetic acid 외에 formic, propionic, butyric 및 valeric acid 등과 비휘발성 산으로 succinic,

표3-22. 수분함량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
40	pH	5.14	5.10	5.00	5.00	4.81
	적정산도	8.00	10.30	12.40	15.30	16.10
45	pH	5.13	5.00	4.89	4.82	4.73
	적정산도	9.30	12.70	14.11	6.50	17.90
50	pH	4.90	4.88	4.66	4.58	4.55
	적정산도	12.00	15.00	16.40	18.00	21.50
55	pH	4.53	4.45	4.34	2.29	4.25
	적정산도	18.70	23.00	25.40	25.40	22.30
60	pH	4.42	4.39	4.15	4.14	4.13
	적정산도	18.20	25.50	26.10	25.40	22.50

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-23. 수분함량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, g%)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
40	젖 산	0.01	0.02	0.11	0.34	0.24
	식초산	0.01	0.01	0.05	0.08	0.11
45	젖 산	0.01	0.01	0.28	0.57	0.47
	식초산	0.01	0.01	0.12	0.22	0.23
50	젖 산	0.22	0.24	0.55	0.76	0.68
	식초산	0.01	0.03	0.24	0.33	0.31
55	젖 산	0.52	0.65	0.89	1.23	0.69
	식초산	0.03	0.05	0.35	0.34	0.34
60	젖 산	0.62	0.78	1.00	0.79	0.74
	식초산	0.02	0.15	0.38	0.39	0.45

citric, oxalic 및 glycolic acid 등도 검출하였으나 함량이 극히 낮거나 경시적으로 불규칙적인 변화가 대단히 심하여 본 보고에서는 생략하였다. 어떠한 함량면에서 고추장의 산미의 주체는 젖산과 식초산임을 의심할 여지가 없는데, 특히 젖산은 함량이나 해리도($pK_a3.79$) 면에서 식초산($pK_a4.75$)보다 산미를 좌우하는 능력이 더 클 것으로 생각된다.

다) 환원당과 알콜류의 변화

숙성과정에서 환원당류별 및 총환원당량의 변화는 표3-24와 같고, ethanol과 glycerol의 생성량은 표3-25와 같다.

숙성은도가 높아짐에 따라 당의 소비속도가 빠르고, 소비량이 월등히 높은 점 외에는 전반적인 진행경과가 $15^{\circ}C$ 의 경우와 비슷한 경향을 보이는데, 6개월 후의 소비량의 비교에서 40% 8.9g%, 45% 10.9g%, 50% 13.6g%, 55% 14.0g%, 60% 15.5g%로 수분량의 증가에 비례하여 증가하고 있다. 전체적으로 6개월간의 당의 소비량은 $15^{\circ}C$ 에서 경우보다는 약간 높은 편이나, 그 차이는 크지 않다. 이것은 고추장에서 효모가 자랄 수 있는 한계상황 때문으로 생각된다.

한편 glycerol과 ethanol의 함량분석에서는 당의 소비양상과는 약간 다른 경향을 볼 수 있다. 즉, 표3-19의 저온구에서와 같이 숙성전반기에는 고수분구일수록 급속한 생성이 이루어져 50-60%구에서는 담금 4주에 0.5g%를 넘어서고 약간 증가하다가 소강상태를 유지하는데 40-45%구에서는 완만하게 계속적으로 증가하여 6개월 후에는 더 높은 함량을 보이고 있다.

이러한 현상은 저수분구일수록 높은 점도로 휘발성이 있는 ethanol의 포집효과가 크다는 물리적 요인이 관여한 것으로, 이러한 추측은 불휘발성인 glycerol의 함량 비교에서는 큰 차이가 없다는 점으로 입증할 수 있다. 그러나 고추장과 같은 고당발효식품에서 당의 주 소비자는 효모이며, 고수분구일수록 당의 소비가 높다는 점을 감안할 때 공존미생물에 의한 ethanol

표3-24. 수분함량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
40	맥아당	7.23	7.08	6.60	3.74	1.07
	포도당	14.89	11.92	11.73	13.90	15.57
	과당	0.41	0.02	0.14	0.00	0.00
	총환원당	23.08	20.43	19.29	18.81	16.29
45	맥아당	7.60	5.61	4.78	2.52	1.67
	포도당	11.39	11.80	9.31	9.41	9.76
	과당	0.71	0.13	0.09	0.00	0.00
	총환원당	20.02	16.90	14.34	13.82	12.47
50	맥아당	5.34	3.61	2.40	1.84	1.60
	포도당	8.69	7.28	6.40	6.44	6.70
	과당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.09	12.07	10.14	9.85	8.03
55	맥아당	4.21	1.97	1.78	1.25	0.54
	포도당	5.97	5.45	4.67	4.43	4.36
	과당	0.40	0.07	0.17	0.00	0.00
	총환원당	11.70	8.73	7.85	7.07	5.24
60	맥아당	3.23	1.82	0.90	0.55	0.18
	포도당	4.74	5.27	4.01	2.46	0.87
	과당	0.32	0.08	0.13	0.00	0.00
	총환원당	10.41	6.58	5.76	4.91	1.93

표3-25. 수분함량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화 (25℃, g%)

수분함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
40	Glycerol	0.05	0.09	0.46	0.84	0.71
	Ethanol	0.19	0.32	0.51	1.93	2.07
45	Glycerol	0.08	0.10	0.92	0.78	0.61
	Ethanol	0.17	0.32	0.68	2.39	3.27
50	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
55	Glycerol	0.27	0.73	0.97	0.85	0.67
	Ethanol	0.34	0.66	0.73	0.60	1.24
60	Glycerol	0.26	0.74	0.97	0.98	0.83
	Ethanol	0.38	0.97	1.38	0.98	0.87

의 보다 활발한 전환 가능성도 생각할 수 있다. 즉, 발효과정에서 ethanol의 이차적인 전환은 우선 효모의 자화와 식초산으로의 전환을 생각할 수 있고, 이러한 추리는 표3-18과 표3-23에서 보면 수분함량이 높을수록 식초산의 함량이 높다는 사실에서 신빙성을 더하게 하며, 실제로 조사과정에서 밀폐용기의 뚜껑을 열 때 마다 후각적으로도 확인된 사실이다. 특기할 만한 사실은 55-60%의 고수분구의 일정기간이 지나면 부풀림 현상이 멈추었다는 점으로, 본 연구의 실마리를 푸는 열쇠가 여기에 있지 않은가 기대가 된다.

고추장에서는 ethanol외에도 1가 알콜류로 methanol, propanol, butanol, amyl alcohol등도 검출되며, 본 연구에서도 분석은 하였으나 역시 함량이 지극히 낮고, 일괄된 경향을 찾을 수가 없으며, 또 본 연구의 주제와는 거리가 있어 보고에서는 생략하였다. 한편 glycerol 외에도 polyol로 dulcitol이 다량 검출되었으며, arabitol도 확인되어 관심을 모았다.

전반적으로 50%의 수분함량을 경계점으로하여 이 이상에서는 계속 효모의 번무가 관찰되고, 표면에는 산막효모가 발생하며, 젖산균의 생육도 왕성하여 산미가 강한 제품이 얻어졌다. 한편 온도별 비교에서는 제반 성상의 변화속도에 차이가 있는 외에 뚜렷한 구별 점은 찾기 어려우나 풍미면에서 저온구가 보다 유리하나 숙성이 끝난 후 상온에 저장할 경우 급속히 팽창하고, 그 빈도도 월등히 높은 등 저장성이 떨어지는 결점을 보였다.

본 연구 결과, 고추장의 숙성과 저장에 관여하는 미생물의 역할은 긍정적인 면과 부정적인 면을 동시에 고려해야 한다는 점을 일깨우고 있다. 수분함량이 높을수록 효모는 숙성을 촉진하고 향미를 증진하는 역할을 활발하게 수행하나, 유통과정에서는 가스생성에 의한 부풀림현상을 심하게 야기하기 때문에, 후반기에는 불리한 면이 있다고 본다. 즉 수분함량이 높을수록 효모의 생육은 촉진되며, 생성된 알콜을 이용한 식초산 발효가 증진되어 산도가 높아지면서 더욱 효모쪽으로 균총이 몰림을 알 수 있다. 따라서 실제

순창지방에서는 고추장 담금시에는 되도록 수분함량을 낮게하려는 경향이 있다. 결론적으로 개스생성을 억제하고 저장성을 높이기 위해서는 수분함량을 50%이하로 낮출 필요가 있다.

나. 소금농도의 영향

순창지방 일반가정 고추장의 소금농도는 8.5-25.4%수준에, 평균 11.8%이다. 따라서 3-18%수준으로 소금농도를 달리하여 담고, 15 및 25℃에서 숙성시키면서 60일간 조사한 결과는 표3-26에서 3-35와 같다.

1) 저온숙성(15℃)

소금농도를 10-20%로 담근 고추장을 15℃에서 숙성시키면서 6개월간 균총의 변화 산도, 당 소비 및 알콜 등의 생성경과를 조사한 결과는 표3-26에서 30과 같다.

가) 효모의 생육도

6개월간 경시적으로 조사한 효모의 생육도는 표3-26와 같다.

전반적으로 식염농도가 증가하면서 효모의 생육은 억제되고 있는데, 이러한 경향은 14%수준에서부터 뚜렷히 나타나고 있다. 즉 10-14%수준에서 숙성 2개월 후의 균량이 $1.5E7$ 이상으로 급속히 증가하여 있고, 그 후는 비교적 완만히 상승하다가 6개월 후에는 $2.4E8$ 수준에 머물러 있다. 한편 16%이상구에서는 2개월 후의 균량이 $1.0E6$ 이하를 보이고, 이 후 3개월까지는 급속한 증가를 보이다가 6개월 후에는 $1E7$ 이하의 수준에 머무르고 있는데, 16%구는 저식염구와 고식염구의 중간적인 경향을 보여 고추장의 원활한 숙성을 위한 한계농도로 생각된다.

순창 고추장의 평균식염농도는 판매용 8.7%, 일반가정 11.8%로 본 연구와 같은 고식염의 경우는 드물 것이나 일반적인 식염농도 이상이라 할 수 있는 14%식염구에서도 2개월 후에는 효모의 균량이 $1.5E7$ 이상을 넘고 있으며, 보다 고식염구에서도 균체의 증식이 가능하여 고추장의 부패를 억제하기

위한 식염의 과다첨가는 의미가 없는 것으로 생각한다.

표3-26. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 효모의 등태(15℃)

소금농도(%)	숙 성 기 간(개월)			
	2	3	4	6
10	3.0E7	3.4E8	2.8E8	2.5E8
12	5.3E7	4.5E8	4.3E8	2.4E8
14	1.5E7	3.0E7	4.1E8	3.1E8
16	1.0E5	1.8E7	1.7E8	2.5E7
18	8.3E5	9.2E6	1.0E7	3.2E6
20	7.5E4	8.5E5	2.1E6	1.4E6

나) 산도 및 유기산량의 변화

식염농도별 고추장의 숙성과정에서 pH 및 적정산도의 변화는 표3-27과 같고, 젖산과 식초산은 표3-28과 같다.

전반적인 경향은 식염농도가 높을수록 산생성이 비례적으로 억제됨을 알 수 있으나 숙성경과에 따라 약간 상반되는 모습을 보이고 있다. 즉 숙성초기에는 저식염구일수록 산생성도가 보다 빠르게 진행되나 점차 숙성 후반기에 들면서 고식염구의 생성속도도 빨라지면서 전체적으로는 평균화 되는 경향을 볼 수 있다. 이러한 현상은 염도가 높은 침채류에서도 관찰되는 것으로(1) 발효초기에는 고농도의 식염으로 미생물의 생육이 지연되나 점차 내염균들이 적응하면서 균종의 단순화가 이루어지고, 자연 산생성이 촉진되는 데에 원인이 있는 것으로 생각된다.

어쨌든 전체적으로는 10-14%구와 16%이상구 간에 뚜렷한 차이를 인정할 수 있고, 과다한 산생성으로 인한 고추장의 시어짐의 방지를 위한 농도는 16%이상임을 알 수 있다. 그러나 이러한 조건에서는 풍미에 문제가 있을 수 있고, 점차 저식염식으로 이행하는 추세에 있어 소금의 과다첨가는 지양되고, 다른 효과적인 수단의 개발이 요구된다.

표3-27. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(15℃)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
10	pH	4.97	4.81	4.51	4.52
	적정산도	16.10	16.80	18.40	21.50
12	pH	5.02	4.84	4.62	4.43
	적정산도	16.20	17.50	19.00	23.10
14	pH	5.17	4.84	4.62	4.61
	적정산도	12.50	16.90	18.40	20.20
16	pH	5.22	5.04	4.62	4.61
	적정산도	8.60	12.70	15.30	18.90
18	pH	5.25	5.11	4.57	4.48
	적정산도	8.20	10.51	15.70	17.40
20	pH	5.33	5.17	4.58	4.55
	적정산도	7.50	10.33	16.70	18.50

*적정산도: 0.1N-NaOH 소비 mL수

표3-28. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(15℃, g%)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
10	젖산	0.33	0.50	0.51	0.54
	식초산	0.18	0.23	0.34	0.21
12	젖산	0.35	0.60	0.62	0.76
	식초산	0.11	0.33	0.41	0.38
14	젖산	0.24	0.37	0.43	0.65
	식초산	0.12	0.27	0.31	0.33
16	젖산	0.22	0.28	0.50	0.75
	식초산	0.08	0.17	0.22	0.23
18	젖산	0.14	0.18	0.42	0.68
	식초산	0.05	0.26	0.34	0.27
20	젖산	0.11	0.25	0.41	0.63
	식초산	0.05	0.33	0.18	0.41

다) 환원당 및 알콜의 변화

6개월간의 숙성과정에서 환원당의 소비도와 ethanol 및 glycerol의 생성량의 변화는 표3-29 및 3-30과 같다.

첨가한 소금농도에 비례하여 당의 소비속도도 지연되는 경향을 뚜렷히 볼 수 있는데, 총환원당의 소비량으로 비교할 때 숙성 2개월 후 10%구에서는 5g%이상의 소비가 있었고, 14%구 2g%, 16%구 이상은 1.5g% 이하에서 4개월 후에는 최고소비치를 보이다가 점차 안정되는 경향을 알 수 있고, 모든 식염농도에서 당의 소비가 인정되고 있어 효모의 강한 내염성을 짐작하게 하고 있다.

ethanol의 생성량도 저식염구일수록 급속히 증가하여 10-12%구는 3개월 후에 2.65-2.78g%로 최고치에 달하고, 점차 하강하는 경향을 보인다. 14-16%구는 보다 완만하나 꾸준히 증가하여 6개월 후에는 오히려 저식염구보다 높은 함량을 나타내고 있으며, 18%이상구도 생성량이나 속도가 보다 낮으나 꾸준히 증가하는 경향을 볼 수 있다. 저식염구에 있어 ethanol의 감소는 식초산과 같은 이차산물로의 전환이 빠르게 진행되는 데에 원인이 있는 것으로 생각된다. glycerol의 생성량도 이상의 ethanol 생성경과와 유사한 경향을 보이는데 20%구를 제외하고는 모든 식염농도에서 0.8g%이하의 농도에서 비슷한 수준으로 검출되고 있다.

2) 고온숙성(25℃)

3-18%로 식염농도를 달리한 고추장을 25℃에서 숙성시키면서 조사한 결과는 표3-31에서 표3-35와 같다.

가) 균총의 변화

6개월간의 숙성기간 중 균총의 변화는 표3-31과 같다.

저온숙성에서와 같이 고식염구일수록 전반적으로 균의 생육억제가 인정되나, 효모의 경우 식염농도에 따른 생육도의 차이는 크지 않고 오히려 3-6%

표3-29. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(15℃, g%)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간 (개월)			
		2	3	4	6
10	맥아당	4.26	3.00	3.29	3.54
	포도당	8.92	8.82	8.21	7.97
	과 당	0.29	0.65	0.59	0.13
	총환원당량	15.60	13.70	12.20	12.80
12	맥아당	3.03	3.47	3.79	5.46
	포도당	10.88	8.34	8.66	6.83
	과 당	0.37	0.76	0.99	0.35
	총환원당량	15.70	14.50	13.70	13.60
14	맥아당	5.10	4.73	4.09	5.99
	포도당	10.04	8.87	8.52	7.68
	과 당	0.25	0.34	0.07	0.04
	총환원당량	17.20	15.00	14.30	14.00
16	맥아당	5.73	4.78	3.48	4.55
	포도당	10.91	8.72	8.95	9.26
	과 당	0.28	0.30	0.10	0.03
	총환원당량	17.70	15.20	15.10	15.20
18	맥아당	4.72	4.17	3.80	3.26
	포도당	10.43	8.34	8.40	8.55
	과 당	0.30	0.56	0.32	0.10
	총환원당량	16.70	15.70	15.60	14.50
20	맥아당	4.34	3.30	3.40	2.52
	포도당	10.84	9.46	8.68	8.74
	과 당	0.31	0.45	0.38	0.05
	총환원당량	16.60	15.50	15.00	15.10

표3-30. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(15℃, g%)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
10	Ethanol	1.54	2.65	2.23	2.07
	Glycerol	0.52	0.74	0.82	0.75
12	Ethanol	1.51	2.78	2.33	2.21
	Glycerol	0.50	0.63	0.71	0.68
14	Ethanol	1.48	1.85	1.97	2.67
	Glycerol	0.53	0.68	0.73	0.77
16	Ethanol	1.20	1.65	1.75	2.33
	Glycerol	0.65	0.69	0.72	0.76
18	Ethanol	0.69	1.05	1.01	1.45
	Glycerol	0.33	0.47	0.56	0.57
20	Ethanol	0.25	0.44	0.53	0.47
	Glycerol	0.08	0.16	0.12	0.11

와 같은 극단의 저농도에서는 생육장애의 증후도 보이는데, 고추장에서 분리되는 상당수의 일반세균이나 젖산균은 효모에 비해 내염성이 보다 낮다는 점과 연관이 있을 것으로 생각된다. 이러한 추정은 3%-6%식염수가 숙성 후 반기에 급격히 효모수가 감소하는 사실로 충분히 인정이 된다. 균체수의 증가는 숙성 2주일경에 $6.4E5-4.4E7$ 에서 급속히 증가하여 6주일 후에는 $2.3E7-5.5E8$ 으로 최고치에 달하다가 점차 하락하여 6개월 후에는 $1.3E7-2.9E8$ 수준을 보인다. 염도별로 $1E7$ 이상의 균체수에 도달하는 기간이

3-6%구에서는 속성 2주일 후이고, 9-12%구는 4주일, 15-18%에서는 6주일 후이다.

표3-31. 소금농도를 달리한 고추장 속성 중 균총의 변화(25℃)

소금농도(%)	균 종	속 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
3	효 모	3.5E7	4.6E8	1.0E8	5.4E7	4.3E7
	젖 산 균	2.6E7	1.4E8	4.4E7	3.3E7	2.3E7
	일반세균	6.2E8	2.3E8	2.1E8	1.4E8	3.4E8
6	효 모	4.4E7	8.8E7	5.5E8	3.7E8	1.3E7
	젖 산 균	2.8E7	2.3E8	4.6E7	3.7E7	2.8E7
	일반세균	4.1E8	5.6E8	1.5E8	1.5E8	3.9E8
9	효 모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	4.1E6	3.5E7	1.2E8	1.4E7	1.2E7
12	효 모	3.5E6	1.0E7	1.2E8	1.0E8	1.0E8
	젖 산 균	1.0E6	1.0E7	1.5E7	1.4E7	1.2E7
	일반세균	7.7E5	8.4E6	7.9E6	2.4E7	3.6E7
15	효 모	6.4E5	4.7E6	1.2E8	1.0E8	1.1E8
	젖 산 균	4.8E6	3.5E6	1.5E7	1.0E7	6.7E6
	일반세균	5.0E5	1.0E6	2.3E6	7.8E6	8.7E6
18	효 모	6.8E5	2.1E6	2.3E7	2.2E8	2.0E8
	젖 산 균	5.4E6	1.0E7	1.0E7	1.0E6	6.5E6
	일반세균	2.0E5	3.2E5	1.2E6	9.6E5	8.4E5

일반세균과 젖산균의 생육은 3-6%식염농도에서는 대단히 활발한 양상을 보이며 특히 일반세균의 왕성한 번무가 관찰된다. 그러나 9%이상에서는 심하게 억제되어 거의 증식을 인정하기 어려운 실정이다.

나) 산도 및 유기산함량의 변화

산생성경과와 젖산 및 식초산의 함량변화는 표3-32 및 표3-33과 같다.

산생성에 의한 산도의 증가도 식염농도와 밀접한 연관이 있어 고식염구일 수록 산생성이 억제되고, pH의 하강속도도 느리게 나타난다. 3%구는 너무 과다한 산생성으로 식용이 불가능하고, 6%구도 6주일 후부터 pH가 4.3 이하로 하락하면서 강한 산미를 지니게 되었다. 18%구에서는 산생성으로만 비교할 때 거의 속성이 이루어 지지 않고 있어, 결국 고추장 속성에 적절한 식염 농도는 6-15% 이내로 볼 수 밖에 없다. 젖산이나 식초산의 생성량도 비슷한 경과를 보인다.

표3-32. 소금농도를 달리한 고추장 속성 중 산도의 변화(25℃)

소금농도(%)	조사항목	속 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
3	pH	4.20	4.10	0.10	4.10	4.08
	적정산도	18.10	24.20	24.80	25.20	33.20
6	pH	4.79	4.65	4.32	4.27	4.20
	적정산도	12.5	16.20	18.20	18.20	18.90
9	pH	4.90	4.88	4.66	4.58	4.65
	적정산도	12.00	15.00	15.50	18.00	21.50
12	pH	4.95	4.86	4.70	4.50	4.56
	적정산도	9.20	12.90	13.00	16.20	17.70
15	pH	5.02	4.57	4.63	4.47	4.74
	적정산도	8.00	14.50	14.20	14.20	15.40
18	pH	4.97	4.94	4.94	4.91	5.01
	적정산도	8.60	10.20	10.10	9.70	9.60

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-33. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, gx)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
3	젖 산	1.05	1.75	2.27	1.58	1.21
	식 초 산	0.31	0.54	0.42	0.45	0.37
6	젖 산	0.56	0.99	1.43	1.32	0.80
	식 초 산	0.06	0.12	0.45	0.32	0.13
9	젖 산	0.21	0.31	0.79	0.76	0.89
	식 초 산	0.01	0.05	0.22	0.23	0.31
12	젖 산	0.10	0.15	0.72	0.75	0.64
	식 초 산	0.01	0.02	0.02	0.10	0.23
15	젖 산	0.05	0.23	0.79	0.74	1.07
	식 초 산	0.01	0.15	0.20	0.11	0.08
18	젖 산	0.05	0.47	0.45	0.64	0.71
	식 초 산	0.00	0.00	0.03	0.11	0.21

다) 환원당 및 알콜의 변화

당의 소비 및 알콜류의 생성경과는 표3-34와 표3-35와 같다.

환원당의 소비경과는 비교적 규칙적으로 식염농도에 비례하는 경향을 보이고 있다. 즉, 환원당의 감소는 담금 2주일부터 뚜렷하게 나타나 3-6%구 9-10g%정도, 9-15%구는 15-18g%인데 반해서 18%구 22g%이고, 6주 후에는 각각 7-8g%, 10-14g%, 19g%을 보이며, 6개월 후에는 3-6%구가 6g%정도의 당만 남아 70%이상이 소비되었으며, 9-15%구에서는 60-40%가량이 소비된 것에 반해서 18%구는 20%이하만이 발효에 이용되었다. 그러나 ethanol과 glycerol의 경우는 일괄된 경향을 발견하기가 어렵다. 3%와 같은 예외적인 경우를 제외하고는 전식염농도에서 균등하게 생성됨을 볼 수 있으며, 이 물질의 주생성자가 효모라는 점과 환원당의 소비량을 감안할 때 고식염구에서의 발

효 효율이 더 높을 가능성을 생각할 수 있다.

소금농도가 낮을수록 당소비량이나 산생성량이 높아 6%이하의 식염구에서는 적절한 제품의 생산이 어렵다. 반면에 15%이상에서는 발효경과가 대단히 느렸다. 식염농도가 높을수록 양질의 고추장을 생산할 수 있고, 저장성

표3-34. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, gx)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
3	맥아당	4.10	7.59	4.51	5.18	3.79
	포도당	2.63	2.62	3.50	3.44	2.69
	과 당	0.83	0.17	0.39	0.17	0.00
	총환원당	8.61	7.88	7.23	6.41	6.32
6	맥아당	5.49	4.31	3.44	1.85	2.35
	포도당	3.55	3.48	4.08	4.55	2.45
	과 당	0.98	0.02	0.03	0.55	0.00
	총환원당	10.20	9.41	8.05	7.26	6.43
9	맥아당	5.34	4.61	2.40	1.84	1.60
	포도당	8.69	7.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.09	12.07	10.14	9.85	8.03
12	맥아당	5.07	1.57	3.75	4.23	0.00
	포도당	8.94	8.17	8.12	9.07	9.23
	과 당	1.16	0.09	0.56	0.16	0.00
	총환원당	16.76	15.58	13.82	13.46	12.56
15	맥아당	7.51	5.22	2.65	1.60	1.07
	포도당	9.03	12.69	10.60	10.41	9.16
	과 당	1.35	0.02	0.13	0.02	0.00
	총환원당	18.38	18.94	14.38	13.79	13.36
18	맥아당	8.11	8.09	7.22	6.13	5.26
	포도당	11.14	11.46	9.98	9.83	9.78
	과 당	1.34	0.03	0.03	0.04	0.00
	총환원당	21.99	20.26	18.56	18.67	17.63

표3-35. 소금농도를 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화
(25℃, g%)

소금농도(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
3	Glycerol	0.06	0.42	0.07	2.14	2.27
	Ethanol	0.18	1.27	0.78	0.52	2.28
6	Glycerol	0.23	0.91	0.89	0.55	0.77
	Ethanol	0.85	5.32	4.25	3.54	2.81
9	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
12	Glycerol	0.06	0.07	0.15	1.03	1.39
	Ethanol	0.11	0.54	1.62	2.43	2.20
15	Glycerol	0.13	0.08	0.08	1.00	0.25
	Ethanol	0.22	0.56	1.70	1.89	4.33
18	Glycerol	0.14	0.21	0.26	0.76	1.01
	Ethanol	0.58	1.32	1.35	3.38	2.55

도 높힐 수 있음을 알 수 있으나 식염과다섭취의 문제점이 있고, 고추장에 상주하는 효모류는 모두 강한 내염성균주들로 식염에 의한 부풀림현상의 방지는 어렵다.

소금의 첨가는 짠맛을 가미하기 위함이나 숙성 및 저장과정에서 변질을 막기 위한 목적도 있다. 보존성을 위해서는 첨가농도를 높히는 것이 유리하겠으나 현대인의 미각이 저식염화로 가고 있어 순창 전통고추장의 식염농도도 점차 낮아지고 있는 추세이다. 이러한 현상은 바람직한 일이나 보존을 위한 새로운 기술개발이라는 과제를 낳게 되었다. 어쨌든 본 실험결과 식염의 첨가량을 높힘으로써 얻을 수 있는 보존성의 향상에는 한계가 있음을 알 수 있다.

다. 메주가루 첨가량의 영향

본 연구에 사용된 메주의 성상은 표3-36과 같으며, 이 메주가루를 6.7-20%수준으로 첨가하여 담금 고추장의 제반 조사결과는 표3-37에서 표3-46과 같다.

표3-36. 본 연구에 사용된 재래고추장용 메주의 성상

조사항목	측 정 치
수분(%)	11.2
조단백질(g%)	37.8
탄수화물(g%)	27.9
조지방(g%)	11.5
효소역가(Unit/g)	
산성 Protease	128
중성 Protease	104
α-Amylase	95
β-Amylase	1,125

1) 15℃ 저온숙성

메주가루의 첨가량을 달리하여 15℃에서 숙성시키면서 6개월간 조사한 결과는 표3-37에서 표3-41과 같다.

가) 균총의 변화

15℃에서 숙성시킨 고추장에서 균총의 변화는 표3-37과 같다.

숙성초기에는 메주의 첨가량이 높을수록 균체수의 증가속도는 빠르나 3개월 이후에는 이러한 경향이 역전되어 있다. 즉, 효모의 경우 숙성 1개월 후에는 6.7%첨가구가 6.8E4에서 3개월 후 3.3E6에 이르고, 20%첨가구는 1개월 후 6.5E5에서 3개월 후 2.2E7, 6개월 후 2.0E7을 보이고 있다. 균량이 1E7이상에 달하는 시기는 6.5%가 숙성 4개월인데 반해서 10%이상 첨가구에서는 3개월이며, 모든 시험구에서 계속 균체수는 증가하고 있다. 그러나 메주의 첨가량이 높을수록 후반부에 가서 균량의 증가속도가 둔화되는 경향은 고추장의 부풀림 현상을 억제하는 데에 있어 시사하는 바가 있다고 생각된다.

표3-37. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(15℃)

메주첨가량(%)	균 종	조 사 기 간(개월)				
		1	2	3	4	6
6.7	효 모	6.8E4	1.2E5	3.3E6	3.0E7	2.1E8
	젖 산 균	1.2E6	6.7E6	1.0E7	2.1E8	2.4E7
	일반세균	2.2E6	1.0E6	4.2E7	2.0E6	2.6E6
10	효 모	1.5E5	3.2E6	1.0E7	2.5E7	2.4E7
	젖 산 균	4.3E6	2.4E7	1.0E7	1.7E8	2.0E8
	일반세균	2.1E6	1.5E7	1.0E7	2.2E7	2.2E7
15	효 모	4.8E5	1.8E6	2.5E7	1.8E7	3.0E7
	젖 산 균	2.7E6	2.3E7	1.6E7	1.2E8	1.4E8
	일반세균	2.1E7	3.5E7	4.2E7	5.5E7	6.2E7
20	효 모	6.5E5	5.0E6	2.2E7	1.6E7	2.0E7
	젖 산 균	1.2E6	5.0E7	3.6E8	4.2E8	4.2E8
	일반세균	2.5E7	4.4E7	4.3E7	4.4E7	3.0E7

일반세균과 젖산균의 생육상황도 효모의 경우와 유사한데 이러한 현상을 종합적으로 판단할 때 숙성초기에는 메주의 첨가량이 높을수록 균의 혼입량이 높았고, 숙성과정에서는 메주로부터 유래하는 미지의 요인이 점차 균의 생육을 억제하는 것으로 생각된다.

나) 산도 및 유기산함량의 변화

산생성에 의한 산도의 변화나 젖산과 식초산의 생성경과는 표3-38 및 표 3-39와 같다.

첨가량 6.7-15%수준에서 산도의 증가는 비슷한 경향을 보이는 반면, 20%구에서는 보다 급속한 산생성을 보여 숙성 3개월 후에는 여타구의 pH가 5.0 이상에 머물러 있는데 20%구는 4.78에 달하고, 6개월 후에도 4.28로 대단히 낮아 산미가 높은 고추장을 생산했다. 이러한 현상은 젖산이나 식초산의 생성경과에서도 동일하여 메주첨가량이 높을수록 균의 숙성 후반기에 갈수록 생육도가 지연되는 원인의 일부를 해명하는 자료라 생각된다.

표3-38. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(15℃)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
6.7	pH	5.16	5.00	4.98	4.75
	적정산도	7.30	9.60	15.90	18.80
10	pH	5.37	5.06	4.91	4.67
	적정산도	6.60	9.50	14.10	19.40
15	pH	5.35	5.10	5.01	4.99
	적정산도	5.10	6.90	13.00	17.00
20	pH	5.58	4.78	4.33	4.28
	적정산도	5.20	14.90	21.60	21.90

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-39. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(15℃, gx)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간			
		2	3	4	6
6.7	젖 산	0.08	0.21	0.33	0.32
	식초산	0.01	0.14	0.17	0.21
10	젖 산	0.05	0.17	0.28	0.23
	식초산	0.01	0.14	0.32	0.24
15	젖 산	0.03	0.11	0.32	0.21
	식초산	0.01	0.02	0.17	0.25
20	젖 산	0.01	0.12	0.50	0.41
	식초산	0.01	0.08	0.35	0.40

다) 환원당 및 알콜의 변화

환원당과 알콜류의 생성경과는 표3-40 및 3-41과 같다.

숙성과정에서 메주의 첨가량에 따른 당소비량의 비교에서는 처리간에 뚜렷한 차이를 볼 수 없다. 그러나 ethanol의 경우에 차이가 있어 숙성 3개월까지는 전첨가구가 비슷한 경향을 보이거나 후기에 가면 차이가 나서 메주의 첨가량이 낮을수록 생성량이 높다. glycerol의 경우에는 전처리구간에서 비슷한 경향을 보인다.

표3-40. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(15℃, g%)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
6.7	맥아당	6.36	5.91	3.21	1.95
	포도당	11.78	10.61	8.06	7.75
	과 당	0.99	0.70	0.24	0.00
	총환원당	18.27	17.03	14.27	10.55
10	맥아당	5.36	5.91	3.21	0.95
	포도당	8.78	8.61	7.06	6.75
	과 당	0.99	0.70	0.24	0.00
	총환원당	18.27	16.03	14.27	10.55
15	맥아당	6.58	5.85	4.43	2.23
	포도당	9.66	10.09	9.96	6.80
	과 당	0.80	0.61	0.33	0.00
	총환원당	18.08	17.43	15.13	12.53
20	맥아당	6.54	5.70	4.30	2.17
	포도당	10.00	10.37	9.34	8.46
	과 당	0.50	0.26	0.01	0.00
	총환원당	18.64	17.70	15.04	12.83

표3-41. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화
(15℃, gx)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
6.7	Glycerol	0.04	0.23	0.63	0.65
	Ethanol	0.11	0.45	1.25	2.65
10	Glycerol	0.10	0.22	0.53	0.67
	Ethanol	0.15	0.37	0.62	2.14
15	Glycerol	0.08	0.21	0.40	0.70
	Ethanol	0.08	0.27	0.69	2.30
20	Glycerol	0.03	0.21	0.45	0.61
	Ethanol	0.14	0.20	0.52	1.21

2) 고온숙성(25℃)

25℃에서 6개월간 조사한 숙성경과는 표3-42에서 표3-46과 같다.

가) 균총의 변화

메주의 첨가량이 다른 고추장의 숙성과정에서 균총의 변화는 표3-42와 같다.

메주첨가량 6.5-20%의 전처리구에서 균종별 생육도에 큰 차이를 발견할 수 없고, 다만 첨가량이 높으면 숙성 후기에 가서 약간 균량이 낮은 경향이 있다. 효모의 경우 1.0E7이상의 밀도에 도달하는 시점은 담금 4주 무렵이다.

표3-42. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃)

메주가루함량(%)	균 총	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
6.7	효모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖산균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	4.1E6	3.5E7	1.2E8	1.4E7	1.2E7
10	효모	2.4E6	5.8E7	3.2E8	2.8E8	2.4E8
	젖산균	1.7E6	1.3E7	3.0E8	3.0E7	1.8E7
	일반세균	5.1E6	3.2E7	1.0E8	1.3E7	1.5E7
15	효모	3.4E6	1.8E7	4.2E8	2.8E8	2.0E8
	젖산균	1.8E7	2.3E7	3.6E8	3.2E8	1.8E7
	일반세균	1.5E7	2.5E7	4.2E7	4.4E7	4.2E6
20	효모	4.0E6	3.2E7	4.2E8	1.8E8	1.2E8
	젖산균	1.4E7	4.0E7	2.6E8	3.2E8	3.2E7
	일반세균	1.6E7	3.0E7	5.4E7	5.4E7	5.3E6

나) 산도 및 유기산

6개월간의 숙성기간 중 산생성경과는 표3-43 및 44와 같다.

표3-43. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
6.7	pH	4.91	4.88	4.66	4.58	4.55
	적정산도	12.00	15.00	15.50	18.00	21.50
10	pH	4.97	4.90	4.75	4.77	4.59
	적정산도	12.80	14.30	16.40	18.40	20.20
15	pH	5.05	4.99	4.87	4.64	4.56
	적정산도	11.20	12.40	14.80	18.00	20.00
20	pH	5.12	4.89	4.75	4.71	4.54
	적정산도	10.04	3.30	16.50	18.40	22.60

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-44. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, gx)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
6.7	젖 산	0.22	0.24	0.85	0.96	0.78
	식초산	0.01	0.03	0.24	0.33	0.31
10	젖 산	0.23	1.07	0.82	0.72	0.76
	식초산	0.16	0.23	0.22	0.32	0.26
15	젖 산	0.32	0.45	0.43	0.34	0.70
	식초산	0.03	0.12	0.37	0.26	0.32
20	젖 산	0.47	0.43	0.98	1.51	1.07
	식초산	0.07	0.12	0.46	0.22	0.28

pH나 적정산도의 경과는 균총의 변화에서와 같이 첨가량에 따른 뚜렷한 차이를 볼 수 없으나, 15℃에서와는 약간 다르게 첨가량이 낮을수록 약간 빠르게 진행되는 경향이 있다. 그러나 6개월 후의 조사에서는 전처리구가 비슷한 경향을 보이고 있다.

젖산과 식초산의 생성경과 역시 처리간에 비슷한 경향을 보이고 있다.

다) 환원당 및 알콜

당의 소비 및 알콜류의 생성경과는 표3-45 및 표3-46과 같다.

메주첨가량을 달리한 고추장에서 6개월간의 숙성기간 중 당의 소비경과는 처리간에 뚜렷한 차이를 볼 수 없다. 그러나 ethanol과 glycerol의 생성량에는 차이가 있어 메주첨가량이 높은 시험구일수록 상당한 수준으로 낮아지고 있어 이러한 현상에 대한 보다 깊은 연구가 요망된다.

이상 메주의 첨가량이 고추장의 숙성에 미치는 영향을 종합적으로 정리하면 메주가루의 첨가량을 높일수록 풍미가 우수한 양질의 고추장을 생산할 수 있으며, 부풀림 현상도 어느 정도 억제시킬 수 있다. 그러나 저장기간

표3-45. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
6.7	맥아당	5.34	3.61	2.40	1.84	1.60
	포도당	8.69	7.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.09	12.07	10.14	9.85	8.03
10	맥아당	5.34	3.61	3.40	2.84	2.60
	포도당	6.69	8.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.02	13.07	12.14	11.85	10.03
15	맥아당	4.54	4.24	3.65	2.37	2.41
	포도당	7.36	7.83	7.10	6.50	5.98
	과 당	0.74	0.02	0.01	0.03	0.00
	총환원당	15.49	12.23	11.61	10.32	10.85
20	맥아당	2.47	2.28	3.82	2.33	1.12
	포도당	7.55	6.52	6.25	6.09	5.48
	과 당	0.02	0.01	0.05	0.01	0.00
	총환원당	15.67	11.46	10.17	10.02	9.70

표3-46. 메주첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화 (25℃, g%)

메주가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
6.7	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
10	Glycerol	0.14	0.17	0.62	0.24	0.25
	Ethanol	0.32	0.52	2.56	1.59	2.57
15	Glycerol	0.11	0.28	0.50	0.45	0.80
	Ethanol	0.24	0.46	0.82	1.04	1.70
20	Glycerol	0.18	0.24	0.55	0.42	0.57
	Ethanol	0.25	0.35	0.74	0.78	0.59

이 길어질수록 변패현상이 촉진되었으며, 과도한 사용은 메주취와 더불어 색깔이 나빠지는 결점이 있다. 아울러 숙성에 무관한 일반세균의 밀도를 높히는 위험도 있다.

메주의 첨가는 단백질함량을 높힘으로서 맛의 상승효과도 있으나, 주목적은 함유된 효소에 의한 전분원료의 당화에 있다. 따라서 풍미가 우수한 고추장을 생산하기 위해서는 충분히 숙성된 양질의 메주가 필요하다. 그러나 전통고추장의 제법상 재료의 배합은 관리가 가능하나 메주의 숙성에 관여하는 미생물의 관리는 사실상 불가능하다. 이러한 결점을 보완하기 위해 Koji를 모방하여 *Aspergillus Oryzae* 같은 균을 이용한 연구도 있으며(2-5, 35), 실제 현지에서도 국균을 사용하는 사례가 있어 시비가 일고 있다.

고추장용 메주의 균총조사결과 조 등(22)의 장류용 메주에서의 조사와 유사하게 주 숙성균은 진균류가 아니라 *Bacillus* Sp.와 같은 세균류로, 자연장류의 풍미도 국균을 사용한 소위 개량식과는 현격한 차이가 있다. 물론 과학적으로 완전한 정체를 파악한다는 것은 어려운 일이나 순창 전통고추장의 풍미는 일부 고추장메주에 의해 좌우되는 면도 있음을 부정할 수 없다. 따라서 세균을 이용하여 재래 고추장의 풍미를 유지하면서 공업적 생산을 위한 연구도 있는데, 주 대상균주는 대부분 *Bacillus* Sp.들이 될 것이나(11, 22) 이들의 내염성을 감안한다면 그 이용은 메주의 제조에 한정되고, 고추장의 숙성을 위해서는 별도의 미생물이 필요할 것으로 생각된다.

라. 고춧가루 첨가량의 영향

고춧가루를 5-25%수준으로 달리하여 담고, 25℃에서 숙성시킨 고추장의 발효경과는 표3-47에서 3-51과 같다.

1) 균총

고춧가루의 첨가량을 달리하여도 숙성 중에 균총의 변화에는 큰 차이를 발견할 수 없으나 숙성 초기단계에서 고춧가루일수록 균량이 높은 경향을

표3-47. 고춧가루 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃)

고춧가루함량(%)	균 종	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
5	효 모	2.0E6	5.0E6	1.2E8	1.8E8	2.0E8
	젖 산 균	1.6E6	1.0E7	2.6E8	2.2E8	1.8E7
	일반세균	4.0E6	7.5E6	1.2E8	1.4E8	1.2E7
10	효 모	1.7E6	7.8E7	2.2E8	1.8E8	2.3E8
	젖 산 균	1.5E6	1.2E7	3.6E8	3.2E8	2.8E7
	일반세균	4.1E6	1.0E7	2.4E8	1.8E8	2.2E7
14.4	효 모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	2.1E6	3.5E7	1.4E8	1.4E7	1.2E7
20	효 모	2.5E6	5.8E7	2.8E8	2.0E8	1.9E8
	젖 산 균	2.5E6	1.4E8	3.0E8	3.5E7	2.8E7
	일반세균	4.6E7	3.6E7	4.2E8	4.0E7	4.0E7
25	효 모	3.0E6	5.6E7	1.2E8	3.8E8	2.0E8
	젖 산 균	2.7E7	2.3E8	2.6E8	3.2E7	1.8E7
	일반세균	5.1E7	5.5E8	4.8E8	4.4E7	4.2E7

볼 수 있다. 고춧가루는 다양한 미생물군을 높은 밀도로 보유하는 재료로 특히, 세균류는 1E7에서 최고 1B10까지 검출된다(11,23). 물론 효모류나 젖산균류는 이 보다는 월등 낮은 수준이나 상당수가 고춧가루를 통해 고추장에 혼입될 수 있는 개연성은 있다. 그러나 시판되는 고춧가루의 대부분이 열풍건조품으로 유통과정에서의 혼입을 고려한다 하여도 내열성 일반세균 외에는 큰 영향은 없을 것으로 생각된다. 이러한 사실은 제2장의 유입원에 대한 시험에서 이미 밝힌 사실이다.

2) 산도 및 유기산

산생성경과는 표3-48 및 표3-49와 같다.

표3-48. 고춧가루 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

고춧가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
5	pH	4.91	4.82	4.86	4.78	4.55
	적정산도	12.00	15.00	15.50	17.00	20.50
10	pH	4.93	4.92	4.89	4.80	4.75
	적정산도	11.50	14.10	15.80	17.50	18.00
14.4	pH	4.91	4.88	4.86	4.78	4.65
	적정산도	12.00	15.00	15.50	18.00	18.50
20	pH	4.86	4.78	4.64	4.62	4.61
	적정산도	12.40	15.50	16.80	19.10	20.10
25	pH	4.85	4.85	4.83	4.75	4.65
	적정산도	12.50	15.90	16.40	20.30	20.20

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-49. 고춧가루 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화 (25℃, gx)

고춧가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
5	젖 산	0.20	0.20	0.76	0.82	0.73
	식초산	0.01	0.01	0.18	0.22	0.23
10	젖 산	0.20	0.21	0.82	0.95	0.63
	식초산	0.01	0.01	0.18	0.30	0.27
14.4	젖 산	0.22	0.24	0.85	0.96	0.78
	식초산	0.01	0.03	0.24	0.30	0.31
20	젖 산	0.31	0.35	0.89	1.02	0.92
	식초산	0.01	0.05	0.25	0.30	0.27
25	젖 산	0.29	0.47	0.62	0.95	0.56
	식초산	0.04	0.13	0.32	0.27	0.16

고춧가루의 첨가량이 높을수록 산의 생성량은 증가하는 경향을 보이나 그 차이는 크지 않다.

3) 환원당 및 알콜류

당의 소비량과 알콜류의 생성경과는 표3-50 및 표3-51과 같다.

당의 소비량은 고춧가루의 첨가량을 달리하여도 약간의 진폭은 있으나 뚜렷한 차이를 발견하기 어렵다. ethanol이나 glycerol의 생성경과도 동일한

표3-50. 고춧가루 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, gx)

고춧가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
5	맥아당	3.21	2.80	3.55	2.47	1.58
	포도당	8.58	7.38	7.36	6.25	7.27
	과 당	0.09	0.03	0.15	0.06	0.00
	총환원당	14.52	12.14	11.08	10.89	10.27
10	맥아당	4.57	3.21	2.28	3.16	2.46
	포도당	7.46	7.38	6.98	6.72	6.94
	과 당	0.36	0.03	0.09	0.05	0.00
	총환원당	14.73	12.99	10.45	10.02	10.35
14.4	맥아당	5.34	3.61	2.40	1.84	1.60
	포도당	8.68	7.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.09	12.07	10.14	9.85	8.03
20	맥아당	4.48	3.88	2.64	2.79	2.76
	포도당	8.36	8.27	6.59	6.09	5.06
	과 당	0.29	0.31	0.47	0.12	0.00
	총환원당	15.46	14.93	10.61	10.41	10.10
25	맥아당	4.26	3.04	2.95	1.38	1.22
	포도당	8.22	7.76	6.40	6.03	6.73
	과 당	1.79	0.57	0.07	0.27	0.00
	총환원당	16.75	14.47	10.06	10.22	9.79

표3-51. 고춧가루 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화(25℃, gx)

고춧가루함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
5	Glycerol	0.22	0.33	0.78	0.64	0.54
	Ethanol	0.31	0.49	2.12	2.84	2.27
10	Glycerol	0.23	0.30	0.89	0.73	0.68
	Ethanol	0.25	0.50	2.15	2.22	2.30
14.4	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
20	Glycerol	0.18	0.57	0.92	0.81	0.46
	Ethanol	0.37	0.66	2.30	2.93	2.25
25	Glycerol	0.24	0.62	1.00	0.76	0.65
	Ethanol	0.34	0.83	2.44	2.90	2.43

경향을 보인다. 따라서 고춧가루 첨가량의 차이가 제품의 저장성에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 생각된다.

미각은 시각에 좌우되는 바가 크다. 고춧가루의 첨가는 매운 맛의 가미와 더불어 시각적 효과를 유발한다. 한국인의 매운 맛에 대한 강한 욕구와 시각을 위해 판매용의 전통고추장에는 다량의 고춧가루를 첨가하고 있으며, 이러한 경향은 증가하는 추세에 있다. 그러나 고춧가루의 과도한 사용은 결국에는 다른 원료의 첨가량을 낮추게 됨으로써 고유한 풍미를 저락시키는 결과를 낳고 있다.

고춧가루를 다량으로 첨가하는 이유 중 하나는 시각적 효과이지만, 고춧가루를 이용한 색소의 선명도에는 한계가 있다. 고춧가루의 색도는 여러 가지 요인에 의해서 달라질 수 있으며(39), 고추장에 있어서는 숙성의 진행이나 가열 등의 조작으로 갈변이 일어나면서 색상이 달라질 수 있다. 따라

서 단순히 고춧가루의 첨가량을 높여서 색상을 유지하려함은 무리한 생각이
라고 본다.

마. 엿기름 첨가의 영향

엿기름의 첨가는 재래 고추장메주의 당화력이 약한 점을 보완하기 위한
수단이다. 건조, 분쇄한 엿기름의 첨가량을 달리하여 실험한 결과는 표
3-52에서 표3-61과 같다.

1) 첨가량 비교(소량 첨가)

실용적인 사용농도부근인 6%수준까지 검토한 결과는 표3-52에서 표3-56과
같다.

표3-52. 엿기름 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃)

엿기름함량(%)	균 종	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
0	효 모	2.0E6	4.8E6	5.3E7	1.8E7	1.7E7
	젖 산 균	1.0E6	1.5E7	2.6E7	2.2E7	1.8E7
	일반세균	3.8E6	1.5E7	5.3E8	2.0E7	1.2E7
2.2	효 모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	2.0E7
	일반세균	4.1E6	3.5E7	1.2E8	1.4E7	1.2E7
4.0	효 모	3.3E6	1.8E7	4.3E8	3.3E8	2.5E8
	젖 산 균	1.0E6	2.3E7	2.3E8	3.2E7	2.8E7
	일반세균	1.1E6	2.5E7	2.4E8	2.4E8	2.2E7
6.0	효 모	4.4E7	2.8E7	4.2E8	2.0E8	2.0E8
	젖 산 균	2.7E6	3.3E7	2.7E8	2.8E8	3.8E7
	일반세균	2.1E6	3.5E7	2.2E8	2.5E8	2.0E7

가) 균총

전반적인 균총의 변화는 엿기름의 첨가수준에 따라서는 큰 차이가 없고,
다만 첨가유무간에 뚜렷한 차이가 있다. 즉, 효모의 경우 모든 첨가구가

담금 6주까지는 1.0E8이상의 균량에 달하고, 점차 약간 감소하고 있는데 옛기름을 첨가하지 않은 시험구에서는 최고균량이 5.2E7에 머물며 6개월 후에는 1.7E7으로 현저히 낮아 있다. 특히, 옛기름 사용으로 숙성말기에 높은 균수를 유지하게 되는 사실은 고추장의 부풀림 현상을 해명하는 데 중요한 단서를 제공할 것으로 생각된다.

일반세균류나 젖산균류의 변화도 효모의 경우와 유사하여 비첨가구에서만 약간 균체수가 낮은 경향을 보이고 있다.

나) 산도 및 유기산

산도의 변화는 표3-53과 같고, 젖산과 식초산의 생성경과는 표3-54와 같다.

표3-53. 옛기름 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

옛기름함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
0	pH	4.94	4.85	4.80	4.71	4.70
	적정산도	12.00	15.30	16.70	18.50	18.50
2.2	pH	4.91	4.88	4.66	4.58	4.55
	적정산도	12.00	15.00	15.50	18.00	21.50
4.0	pH	4.95	4.86	4.73	4.61	4.52
	적정산도	12.90	15.40	17.20	18.10	21.60
6.0	pH	4.82	4.75	4.68	4.58	4.47
	적정산도	12.40	16.30	17.50	20.00	22.80

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-54. 옛기름 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화 (25℃, g%)

옛기름함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
0	젖 산	0.20	0.21	0.65	0.72	0.77
	식 초 산	0.01	0.01	0.29	0.21	0.15
2.2	젖 산	0.22	0.24	0.85	0.96	0.78
	식 초 산	0.01	0.03	0.24	0.33	0.31
4.0	젖 산	0.20	0.26	0.89	0.89	0.62
	식 초 산	0.01	0.02	0.27	0.31	0.38
6.0	젖 산	0.18	0.27	0.78	0.62	0.78
	식 초 산	0.01	0.04	0.18	0.25	0.28

전반적으로 산생성경과는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없다.

다) 환원당 및 알콜

당의 소비경과는 표3-55와 같고, 알콜의 생성경과는 표3-56과 같다.

당의 소비경과는 첨가와 미첨가간에 뚜렷한 차이를 보이고 있는데, 미첨가의 경우 발효시작시에 환원당 총량이 10.8g%로 다른 처리구 15g%수준에 비해 월등히 낮은데, 메주가루만 첨가하면 전분당화력이 미약하여 나타난 결과로 생각되며 숙성과정에서 이 수준을 계속 유지하여 옛기름 첨가구가 급속히 감소하는 것과 비교할 때 당화나 효모에 의한 소비가 지극히 완만히 진행됨을 알 수 있다.

ethanol은 미첨가구에 비해 전첨가구가 2배 이상 높은 생성량을 보이고 있으며, glycerol도 경향이 비슷한데, 이 물질들이 주로 효모에 의해 생성된다는 점을 감안할 때 옛기름 첨가가 효모의 생육을 촉진하고 있음을 시사하는 자료라 생각된다.

표3-55. 옛기름 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

옛기름함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
0	맥 아 당	4.48	4.32	3.55	2.17	1.20
	포 도 당	4.35	4.12	6.46	6.78	7.88
	과 당	0.43	0.18	0.00	0.02	0.00
	총환원당	10.80	10.50	12.60	10.00	11.20
2.2	맥 아 당	5.34	3.61	2.40	1.84*	1.60
	포 도 당	8.69	7.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.10	12.10	10.10	9.90	8.00
4.0	맥 아 당	6.41	4.43	3.17	2.21	1.00
	포 도 당	8.87	6.94	6.18	6.67	6.06
	과 당	0.90	0.07	0.00	0.03	0.00
	총환원당	15.00	12.80	10.90	9.80	8.60
6.0	맥 아 당	6.54	4.25	3.34	2.80	1.60
	포 도 당	8.80	6.98	6.26	5.59	7.21
	과 당	0.33	0.26	0.16	0.03	0.00
	총환원당	14.40	12.40	10.30	9.90	9.20

표3-56. 옛기름 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화(25℃, g%)

옛기름함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
0	Glycerol	0.01	0.10	0.37	0.45	0.42
	Ethanol	0.10	0.21	1.89	1.33	1.86
2.2	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
4.0	Glycerol	0.15	0.27	0.80	0.74	1.04
	Ethanol	0.25	0.35	3.52	3.23	3.02
6.0	Glycerol	0.15	0.33	0.61	0.82	0.63
	Ethanol	0.97	1.03	2.30	3.32	3.82

2) 옛기름 다량 첨가의 영향

옛기름의 영향을 좀더 규명하기 위해 첨가량을 15%로 높여서 담근 고추장에서 숙성 중 균총이나 제반 성상의 변화는 표3-57에서 표3-61과 같다.

가) 효모균체수

6개월간의 숙성과정에서 효모의 생육도는 표3-57과 같다.

표3-57. 옛기름을 다량 첨가한 고추장 숙성 중 효모의 동태(25℃, CFU/g)

맥아첨가량(%)	숙 성 기 간(개월)			
	1	2	3	4
0	1.8E7	5.1E7	1.6E7	1.5E7
5	3.0E7	2.8E8	4.3E7	3.7E7
10	3.7E7	2.8E8	3.5E7	3.2E7
15	4.1E7	3.1E8	5.4E7	3.2E7

옛기름의 첨가량을 5-15%로 높여서 첨가한 경우에도 미첨가에 비해 월등히 균량이 높을 뿐, 첨가량간에는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없다. 이것은 앞의 표3-52의 결과와 결부시켜 볼 때 옛기름에 의한 효모의 생육촉진 효과는 일정농도로도 충분하다는 증거로 생각된다. 첨가구의 경우 담금 2개월 무렵에 최고치에 이르고 점차 하강하여 4개월 후에는 3.0E7수준에 머무르고 있다.

나) 산도 및 유기산

산도의 증가와 젖산 및 식초산의 생성경과는 표3-58 및 표3-59와 같다.

옛기름의 첨가량이 높을수록 산생성량이 높은 경향을 보이고 있다. 고첨가구에서 식초산의 함량이 비교적 높은 수준을 유지하여 다른 처리구와 구별된다.

표3-58. 옛기름을 다량 첨가한 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(25℃)

옛기름량	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	pH	4.85	4.71	4.71	4.70
	적정산도	15.30	18.50	19.30	20.40
5	pH	4.86	4.79	4.56	4.54
	적정산도	15.00	17.40	20.60	22.40
10	pH	4.74	4.68	4.51	4.49
	적정산도	16.70	19.50	23.10	25.80
15	pH	4.74	4.65	4.57	4.49
	적정산도	16.80	19.00	24.50	26.70

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-59. 옛기름을 다량 첨가한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, gx)

옛기름량	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	젖 산	0.27	0.47	0.73	0.74
	식 초 산	0.02	0.21	0.28	0.34
5	젖 산	0.32	0.62	0.88	0.94
	식 초 산	0.05	0.33	0.30	0.27
10	젖 산	0.61	0.75	1.06	1.93
	식 초 산	0.05	0.27	0.41	0.35
15	젖 산	0.72	0.98	1.52	2.11
	식 초 산	0.04	0.45	0.56	0.51

다) 환원당 및 알콜

환원당의 소비 및 알콜류의 생성경과는 표3-60 및 표3-61과 같다.

당소비나 알콜류의 생성경과 모두 6%이하의 저첨가시험의 경우와 유사하여 옛기름 첨가로 당의 소비량은 급격히 증가하고, 알콜이나 glycerol의 생성량도 월등히 높다. 이러한 사실은 옛기름의 첨가가 효모의 생육을 촉진한다는 것을 말해주는 증거라 생각된다.

표3-60. 옛기름을 다량 첨가한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, gx)

옛기름량	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	맥아당	4.52	4.75	3.07	2.61
	포도당	4.64	3.64	6.43	6.95
	과 당	0.32	0.87	0.67	0.16
	총환원당량	10.50	10.20	11.60	11.70
5	맥아당	6.52	4.75	3.07	1.64
	포도당	8.64	8.64	8.43	7.95
	과 당	0.32	0.87	0.67	0.16
	총환원당량	16.50	14.50	13.60	11.80
10	맥아당	6.89	4.19	2.72	1.79
	포도당	8.56	7.57	7.76	6.20
	과 당	0.43	0.82	0.29	0.29
	총환원당량	16.10	13.80	11.30	9.70
15	맥아당	7.21	4.28	2.33	1.17
	포도당	8.33	7.74	7.03	6.45
	과 당	0.60	0.34	0.58	0.21
	총환원당량	16.80	13.70	11.90	8.20

표3-61. 옛기름을 다량 첨가한 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(25℃, gx)

옛기름량	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	Glycerol	0.08	0.54	0.43	0.55
	Ethanol	0.24	1.05	1.06	1.79
5	Glycerol	0.17	0.83	0.82	0.55
	Ethanol	0.44	2.78	2.06	2.79
10	Glycerol	0.29	0.94	0.84	0.92
	Ethanol	0.45	3.25	3.00	2.82
15	Glycerol	0.33	1.05	0.96	0.95
	Ethanol	0.57	3.37	2.41	2.86

엿기름은 메주가루의 당화력을 보강하기 위해 첨가하는데 숙성초기에 젖산균이나 효모류가 이용할 수 있는 유리당을 충분히 공급함으로써 숙성 및 풍미증진효과가 보인다. 그러나 급속한 효모류의 번식과 과다한 산생성으로 저장성은 떨어지는 결과를 보였다. 또한 조사결과, 전통적인 순창고추장에서는 비교적 최근에 사용되는 방법으로 금후 보다 면밀한 검토가 필요하다.

바. 물엿

엿기름의 첨가는 효모의 생육을 촉진함이 밝혀졌고, 이에 대한 가능한 추론으로 숙성초기의 높은 당함량을 생각할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 메주가루 6.7%에 찹쌀을 20%수준으로 첨가한 대조구에 대해 물엿을 20%까지 첨가하여 담근 고추장의 숙성경과를 조사하였던 바 그 결과는 표3-62에서 표3-66과 같다.

1) 효모균체수

6개월간 조사한 효모수의 변화는 표3-62와 같다.

물엿의 첨가는 전반적으로 생육을 촉진하는 경향을 보이나 10%내외가 한 계로 그 이상의 농도에서는 약간 초기생육이 지연됨을 알 수 있다. 숙성이 진행되면서 처리간의 차이는 점차 좁혀지고 있다.

표3-62. 물엿을 첨가한 고추장 숙성 중 효모의 동태(25℃, CFU/gr)

물엿첨가량(%)	숙 성 기 간(개월)			
	1	2	3	4
0	1.0E7	5.1E7	1.2E7	1.5E7
5	4.4E7	2.9E8	1.3E7	2.4E7
10	1.2E8	2.7E8	2.4E7	3.5E7
15	2.7E7	1.5E8	3.4E7	2.0E7
20	2.0E7	1.2E8	3.0E7	4.6E7

2) 산도 및 유기산

산생성경과는 표3-63 및 표3-64와 같다.

표3-63. 들엿을 첨가한 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(25℃)

물엿 첨가량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	pH	4.85	4.71	4.71	4.70
	적정산도	15.30	18.50	18.50	18.50
5	pH	4.78	4.52	4.42	4.44
	적정산도	16.70	20.60	23.40	23.30
10	pH	4.68	4.50	4.43	4.42
	적정산도	17.40	21.00	24.20	25.60
15	pH	4.98	4.79	4.77	4.76
	적정산도	15.00	16.50	16.90	16.80
20	pH	5.02	4.79	4.75	4.74
	적정산도	15.10	16.20	17.40	17.50

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임.

표3-64. 들엿을 첨가한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, gx)

물엿 첨가량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	젖 산	0.27	0.47	0.43	0.34
	식 초 산	0.02	0.21	0.28	0.34
5	젖 산	0.52	0.77	0.75	0.65
	식 초 산	0.05	0.54	0.23	0.34
10	젖 산	0.51	0.75	0.74	0.55
	식 초 산	0.12	0.43	0.34	0.25
15	젖 산	0.33	0.43	0.33	0.35
	식 초 산	0.01	0.12	0.27	0.20
20	젖 산	0.21	0.35	0.32	0.31
	식 초 산	0.01	0.08	0.21	0.20

5-10% 첨가구에서 급격한 산생성이 인정되며, 15%이상에서는 대조구와 비슷한 경향을 보인다.

3) 환원당 및 알콜

당소비 및 알콜의 생성경과는 표3-65 및 표3-66과 같다.

표3-65. 물엿을 첨가한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

물엿 첨가량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	맥아당	4.52	4.75	3.07	2.61
	포도당	4.64	3.64	6.43	6.95
	과 당	0.32	0.87	0.67	0.16
	총환원당량	10.50	10.20	11.60	11.70
5	맥아당	5.36	4.78	2.25	3.60
	포도당	7.04	6.65	5.93	11.15
	과 당	0.20	0.43	0.53	0.21
	총환원당량	14.60	12.40	9.60	15.40
10	맥아당	4.60	4.34	2.72	1.01
	포도당	8.33	7.13	6.49	6.33
	과 당	0.19	0.25	0.50	0.23
	총환원당량	14.90	12.70	10.10	8.40
15	맥아당	5.70	3.63	2.78	1.43
	포도당	9.28	8.01	8.23	6.21
	과 당	0.19	0.27	0.64	0.16
	총환원당량	17.20	15.50	12.30	10.60
20	맥아당	6.45	5.89	9.38	1.66
	포도당	9.17	10.08	12.67	9.87
	과 당	0.26	0.43	0.73	2.09
	총환원당량	18.40	17.80	15.10	12.80

표3-66. 물엿을 첨가한 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(25℃, gx)

물엿 첨가량(%)	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
0	Glycerol	0.08	0.54	0.35	0.55
	Ethanol	0.24	1.05	1.06	1.79
5	Glycerol	0.36	0.78	0.59	0.66
	Ethanol	0.69	2.14	2.74	2.78
10	Glycerol	0.42	0.72	0.74	1.13
	Ethanol	0.61	2.08	2.35	2.66
15	Glycerol	0.08	0.37	0.58	0.48
	Ethanol	0.26	0.54	1.48	1.53
20	Glycerol	0.07	0.44	0.58	0.61
	Ethanol	0.24	0.32	0.93	1.58

담금 1개월 후 5-10%첨가구의 당소비량은 5g%인데 15-20%구는 2.8-1.6g% 이고 대조구는 2.5g%로 적당량의 물엿이 첨가될 경우 소비량이 2배가량 높다. 이러한 경향은 숙성 4개월까지 계속 이어지고 있다. 즉 저농도 첨가구에서 물엿과 같은 환원당이 일정수준 존재하면 효모의 생육이 활성을 갖는 것으로 생각할 수 있고, 15%이상의 고농도에서는 처음에는 약간의 생육 장애를 받는 것으로 보인다. 그러나 이러한 초기의 생육촉진이 숙성 후기까지 지속되어지는 데에는 더 깊은 연구가 필요하다.

Ethanol의 생성량도 당소비량과 비슷한 경과를 보이고 있어 5-10%수준의 물엿첨가구는 월등히 생성량이 높아 효모가 왕성하게 생육하고 있음을 알 수 있는데 본 실험과 같이 초기의 유리당 함량이 효모의 생육에 매우 유리한 환경을 조성함을 다시 확인할 수 있으나, 이러한 결과가 어떠한 이유에서 유래하는지는 보다 자세한 연구가 필요하다.

사. 찹쌀의 첨가량

순창 전통고추장에서는 전분질원으로 찹쌀을 사용하며, 사용량은 최종제품에 대해 평균 20% 내외인데 다른 재료의 첨가량에 따라 가감이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고추장의 전분함량을 찹쌀가루로 환산하여 10-30%비율로 첨가한 고추장의 숙성경과를 조사한 바 표3-67에서 3-71과 같다.

1) 균총

6개월간의 숙성과정에서 균총의 변화는 표3-67과 같다.

전체적으로 찹쌀의 첨가량을 달리한 고추장의 숙성과정에서 균총의 변화에는 차이를 발견할 수 없다.

표3-67. 찹쌀 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃)

첨사함량(%)	균 종	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
10	효 모	3.4E6	1.8E7	2.2E8	1.8E8	1.9E8
	젖 산 균	3.0E6	1.0E7	2.6E7	2.2E7	2.8E7
	일반세균	4.2E6	3.6E7	3.2E7	3.4E7	3.2E7
20	효 모	2.4E6	1.0E7	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	1.7E6	1.3E7	3.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	4.1E6	3.5E7	1.2E7	1.4E7	1.2E7
30	효 모	2.3E6	5.8E7	1.2E8	1.8E8	2.9E8
	젖 산 균	2.7E6	1.5E7	2.6E7	3.2E7	1.8E7
	일반세균	3.1E6	3.3E7	3.2E7	3.2E7	4.2E7

2) 산도 및 유기산

pH나 적정산도, 젖산 및 식초산의 경시적 조사결과는 표3-68 및 표3-69와 같다.

표3-68. 찹쌀 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

찹쌀함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
10	pH	4.95	4.78	4.70	4.70	4.55
	적정산도	11.20	15.50	16.00	18.60	19.10
20	pH	4.91	4.88	4.66	4.58	4.55
	적정산도	12.00	15.00	15.50	18.00	21.50
30	pH	4.85	4.80	4.80	4.73	4.60
	적정산도	12.3	14.7	15.0	18.5	22.3

*적정산도는 시료 10g당 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-69. 찹쌀 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화 (25℃, g%)

찹쌀함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
10	젖 산	0.18	0.20	0.75	0.82	0.70
	식 초 산	0.01	0.03	0.28	0.30	0.17
20	젖 산	0.22	0.24	0.85	0.96	0.78
	식 초 산	0.01	0.03	0.24	0.33	0.27
30	젖 산	0.22	0.24	0.82	0.90	0.78
	식 초 산	0.01	0.03	0.34	0.27	0.26

30%첨가구에서 약간 산생성이 지연되는 것 외에 모든 처리간에 큰 차이를 발견할 수 없다.

3) 환원당 및 알콜

숙성 중 당의 소비경과와 알콜의 소장은 표3-70 및 표3-71과 같다.

투여된 전분질 농도에 비례하여 잔존 당함량에 차이가 있으나 소비율에서는 차이가 없으며, ethanol과 glycerol의 생성량도 모두 비슷한 경향을 보인다.

표3-70. 찹쌀 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

찹쌀함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
10	맥아당	2.45	1.54	0.44	0.21	0.13
	포도당	5.27	4.15	4.62	4.33	4.51
	과 당	0.25	0.84	0.39	0.36	0.00
	총환원당	8.90	6.90	5.80	5.20	5.00
20	맥아당	5.34	3.61	2.40	1.84	1.60
	포도당	8.69	7.28	6.40	6.44	6.70
	과 당	0.99	0.14	0.57	0.08	0.00
	총환원당	15.09	12.07	10.14	9.85	8.03
30	맥아당	10.19	8.07	5.34	4.91	4.94
	포도당	9.58	9.37	9.44	9.13	9.31
	과 당	0.80	0.52	0.00	0.00	0.00
	총환원당	23.02	19.23	16.17	15.55	15.07

표3-71. 찹쌀 첨가량을 달리한 고추장 숙성 중 glycerol 및 ethanol의 변화(25℃, g%)

찹쌀함량(%)	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
10	Glycerol	0.01	0.15	0.83	0.67	0.45
	Ethanol	0.01	0.47	2.11	2.32	2.78
20	Glycerol	0.22	0.54	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.30	0.52	2.79	3.41	2.59
30	Glycerol	0.04	0.23	1.04	0.91	0.87
	Ethanol	0.13	0.64	3.13	2.66	2.10

찹쌀아 고추장의 풍미에 미치는 효능을 과학적으로 입증하기는 어렵다. 다만 고추장의 주 발효대상이 전분이고, 찹쌀의 주전분이 호화 및 발효가 보다 용이한 amylopectin이라는 점에서 부분적이거나 설명이 가능하다. 경제적인 면에서 찹쌀을 대신하는 대체원료에 관하여 많은 연구자의 노력이 있었는데(24-29), 이들은 공통적으로 풍미면에서 찹쌀이 단연 우수하다는

결론을 내렸다. 본 연구에서는 이러한 부분을 직접적으로 설명할 자료를 얻지 못해서 결론을 내릴 수 없고, 단지 20%내외에서 찹쌀사용량의 가감은 부풀림이나 저장성에 큰 영향을 미치지 않는다는 사실을 밝힐 수 있다.

3. 요약

고추장 담금 원료의 배합비율이 숙성경과나 저장성에 미치는 영향을 조사하였던 바, 수분함량은 50%수준을 경계로 보다 높은 수분조건에서는 발효경과가 빠르게 진행되면서 풍미가 우수한 제품이 생산되나, 저장성이 극히 낮았으며, 저수분구에서 발효는 지연되나 개스생성이 억제되고, 저장성도 높은 제품이 생산되었다. 소금농도는 6%를 한계로 이 보다 낮은 농도에서는 변태의 징후가 보였고, 15%이상에서는 숙성이 극도로 제한되었는데, 18% 이하의 식염농도에서는 개스생성을 막을 수 없었다.

메주가루는 풍미를 증진시키는 효과가 있으며, 첨가량을 높이면 일부 팽창현상을 억제하는 효과가 있으나 세균류의 침해를 받아 전반적인 저장성은 낮아졌다. 고춧가루는 첨가량에 따라 뚜렷한 차이점이 없었다.

엿기름의 첨가는 숙성을 촉진하는 효과는 있으나, 계속적으로 효모의 번무를 초래하여 개스발생에 의한 부풀림을 증대시키는 요인의 일부로 판명되었다. 직접 물엿을 첨가할 경우 엿기름의 첨가와 비슷한 경향을 보여, 엿기름의 첨가로 숙성초기의 유리당함량이 숙성 및 저장과정에서 효모의 생육을 좌우하는 요인일 가능성을 보였고, 저장-유통과정에서 효모의 이상증식에 의한 팽창과도 밀접한 연관이 있을 가능성을 보였다. 찹쌀의 첨가량은 풍미를 증진하는 외에 별다른 유의점은 발견되지 않았다.

저온 숙성은 풍미를 증진시키나, 기온이 높아지면 개스생성의 정도나 빈도가 보다 심하고, 저장성이 낮아 저온저장-저온유통 구조를 확립할 필요가 있다.

결국 이상의 연구 결과 수분함량을 50%이하로 낮추고, 엿기름의 사용을 가급적 피함이 최선의 방법이라는 결론을 내릴 수 있다.

제 4절 원료의 전처리, 효모의 접종 및 발효조의 관리방법이 고추장의 특성 및 균총변화에 미치는 영향

발효식품의 성패는 유용한 균종이 효과적으로 증식하여 역할을 충분히 이행함에 있다. 이런 점에서 전통고추장과 같이 전혀 미생물관리가 되어 있지 않는 경우 원료의 선택이나 배합비율 못지 않게 전처리 과정은 중요하다.

관행적인 순창 전통고추장의 제법에서는 찹쌀의 호화방법, 즉 고두밥이나 죽 상태와 같은 전처리 과정 외에는 특별한 관심이 없이 단순히 원료를 혼합하여 숙성되기를 기다림으로 끝난다. 따라서 제품의 품질관리나 저장성의 개선이라는 문제는 완전히 경험적 방법에 의존할 수 밖에 없다.

고추장의 발효양상은 장류와 주류의 중간적인 것이라 할 수 있다. 비록 장류에서 보다는 월등히 낮으나 9%내외의 염도는 일반 미생물이 자라기는 어려운 환경으로 이런 면에서는 장류의 범주에 든다. 그러나 20%이상의 높은 당을 분해한다는 면에서는 알콜발효의 양상도 지니고 있다. 18%이상의 염도를 지닌 간장에서 미생물이 수행하는 역할이란 미세한 풍미의 조성일 뿐 물질변화의 대부분은 이미 비가염의 상태인 메주나 koji에서 이루어진다 (1, 20, 40). 이것은 장류의 발효에 관여하는 미생물이 내삼투압성 균주라 하나 장류의 일반적인 염도에서는 최소의 생존을 영위할 수 밖에 없고, 자연 그들이 수행하는 물질변화란 극히 미미하다는 것을 의미한다.

*Zygosaccharomyces rouxii*와 같이 고도의 내삼투압성을 지닌 효모가 고추장의 평균염도인 9% 내외의 조건에서 고농도의 당을 만났을 경우 일반 장류에서와 같은 완만한 발효가 아니라 주류에서와 같은 활발한 발효가 가능할 것이며, 이 점이 지금까지 고추장에 관심을 두었던 연구자들이 간과한 부분이다. 실제로 소분된 고추장에서의 개스생성은 2-3시간 내에 일어나는 급속적인 것으로, 이러한 문제를 해결함에 있어서는 상당부분 알콜발효의 양상에서 실마리를 찾을 필요가 있다.

알콜발효의 경우, 발효경과가 빠르기 때문에 원료의 사입방법은 대단히 중요하다. 또한 원활한 발효를 위해 stater의 이용도 필요하다. 이 점에 착안하여 고추장의 발효에 효모를 인공접종하고자 하는 시도도 있었다(35,40). 일견 발효미생물의 인공접종이란 전통식품의 범주에서 멀어져간다는 심리적 저항감도 있을 수 있고, 현지에서는 이런 면에서 koji의 이용도 상당한 논란을 부르고 있음도 사실이다.

고추장을 단순히 완만한 발효경과를 거치는 장류의 일종으로 생각하는 인식은 발효조의 관리 또한 동한히 하는 관념을 낳게 했다. 자가소비를 위한 소량생산의 경우 발효조의 관리란 관심으로 족하나, 판매를 목적으로 하게 되면 발효조의 용량이 대형화 되고, 자연 적절한 관리가 요구될 수 밖에 없다. 그러나 현지의 일반적인 인식은 자가소비에서의 범주를 벗어나지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 당화조작이나 효모의 인공접종과 같은 원료의 전처리 과정 및 교반이나 밀폐발효와 같은 발효조의 관리방법 등이 저장성에 미치는 영향을 조사하였다.

1. 재료 및 방법

가. 원료의 전처리 및 담금방법

엿기름에 의한 당화조작은 3장 3절의 방법과 같고, 당화 후 가열은 30분

간 비등시키고, 부족한 수분을 보충하였다. 찹쌀의 침지는 1월에 실온에서 20일간 행하였다. 고추장의 담금방법 및 숙성조건은 3장 3절과 같다.

나. 효모의 혼합접종

액체배양기에서 배양한 효모를 6000rpm에서 10분간 원심분리하여 모으고, 6% 무균식염수에 현탁하여 옛기름 당화가 끝난 재료에 $1E5$ CFU/g 수준으로 혼합하였다.

다. 균체수 측정 및 이화학적 검사

제2장의 방법에 준하여 시행하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 옛기름첨가시 가온당화의 영향

옛기름을 첨가하고 가온당화조작의 시행여부가 고추장의 숙성에 미치는 영향을 규명하기 위해 증자한 찹쌀에 옛기름을 첨가하여 바로 숙성시켰으며, 대조구는 증자한 찹쌀과 메주가루 및 고춧가루를 소정량의 물과 혼합하여 $60-65^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간정도 가온, 당화시켜 담근 고추장의 실험결과는 표 3-72에서 표3-76과 같다.

1) 균총의 변화

옛기름을 첨가하고, 가온당화를 생략한 채 숙성시킨 고추장에서 균총의 변화는 표3-72와 같다.

효모의 균총변화에 있어서 옛기름의 첨가는 첨가량의 다소에 상관없이 뚜렷한 증식효과가 보이며, 가온당화구에서는 비가온구에 비해 균의 초기증가가 약간 지연되는 경향이 있다. 그러나 공통적으로 담금 6주일 후에는 $2.0E-4.3E8$ 으로 최고치에 달하였고, 6개월 후의 균량도 $2.5E-2.9E8$ 에 머무르고 있어 전체적으로 가온당화의 시행여부는 균의 증식도에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 그러나 옛기름 미첨가구는 표3-52에서와 같이

표3-72. 옛기름첨가 후 비당화 고추장 숙성 중 균총의 변화(25℃)

처리방법	균 종	조 사 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
A	효 모	2.0E6	2.4E7	4.8E7	1.8E7	1.7E7
	젖 산 균	1.0E6	1.3E7	2.6E7	2.2E7	1.8E7
	일반세균	3.8E6	1.5E7	5.3E8	2.0E7	1.2E7
B	효 모	4.4E7	1.8E8	2.0E8	1.8E8	2.0E8
	젖 산 균	1.0E8	1.3E8	1.7E8	3.2E8	2.4E7
	일반세균	4.3E7	3.5E7	3.2E8	3.4E8	3.2E7
C	효 모	6.5E7	2.8E8	2.3E8	2.4E8	2.2E8
	젖 산 균	1.7E7	2.4E8	2.2E8	3.1E8	2.8E8
	일반세균	6.1E7	3.0E8	2.4E8	3.7E8	1.2E8
D	효 모	7.4E7	2.4E8	3.2E8	3.0E8	2.9E8
	젖 산 균	2.4E8	2.0E8	3.6E8	3.3E8	1.8E8
	일반세균	6.2E7	2.5E8	2.2E8	2.4E8	2.2E7
E	효 모	3.3E6	1.8E7	4.3E8	3.3E8	2.5E8
	젖 산 균	1.0E6	2.3E7	2.3E8	3.2E7	2.8E7
	일반세균	1.1E6	2.5E7	2.4E8	2.4E8	2.2E7

*A(옛기름 0), B(옛기름 2.2%), C(옛기름 4%)와 D(옛기름 6%)는 당화조작을 생략, E(옛기름 4%)는 4시간 당화

균량이 현저히 낮고, 증식도 완만한 경향을 보인다.

젖산균과 일반세균의 증식도에는 가온, 비가온에 따라 현격한 차이가 보이는데, 이것은 비가온에 비해 65℃부근의 가온당화가 일부 살균효과가 있음을 의미한다. 그러나 숙성중기에 가면 차이는 크지 않다.

2) 산도 및 유기산의 변화

산도 및 유기산 생성경과는 표3-73 및 표3-74와 같다.

pH와 적정산도의 변화는 뚜렷한 차이가 있어 미첨가나 가온당화의 경우 공통적으로 원활한 산생성이 이루어 지고 있음을 알 수 있다. 그러나 옛기름을 첨가하고 가열하지 않은 처리구에서는 다소 산생성이 지연되고 있음을 알 수 있다.

표3-73. 옛기름첨가 후 비당화 고추장 숙성 중 산도의 변화(25℃)

처리방법	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
A	pH	4.94	4.85	4.80	4.71	4.70
	적정산도	12.0	15.3	16.7	18.5	18.5
B	pH	5.01	4.94	4.94	4.98	5.02
	적정산도	10.6	13.8	14.1	15.5	15.4
C	pH	5.02	4.97	4.97	4.93	5.01
	적정산도	11.2	12.5	14.7	15.3	15.5
D	pH	5.00	4.94	4.95	4.96	5.02
	적정산도	11.5	13.5	13.7	15.8	15.6
E	pH	4.95	4.86	4.73	4.61	4.52
	적정산도	12.9	15.4	17.2	18.1	21.6

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임

*처리방법은 표3-72 참조

표3-74. 옛기름첨가 후 비당화 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, g%)

처리방법	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
A	젖 산	0.20	0.21	0.45	0.72	0.77
	식초산	0.01	0.01	0.29	0.21	0.15
B	젖 산	0.19	0.24	0.52	0.72	0.70
	식초산	0.02	0.02	0.18	0.24	0.18
C	젖 산	0.21	0.25	0.48	0.64	0.71
	식초산	0.02	0.02	0.11	0.27	0.23
D	젖 산	0.22	0.30	0.41	0.55	0.66
	식초산	0.02	0.04	0.13	0.23	0.21
E	젖 산	0.10	0.24	0.85	0.96	0.78
	식초산	0.01	0.03	0.24	0.33	0.31

*처리방법은 표3-72 참조

고추장의 풍미는 단맛, 고소한맛, 짠맛, 매운맛과 더불어 신맛도 중요한 성분으로 적절한 산도의 유지는 풍미증진에 필수적이라 할 수 있다(1,38). 또한 발효식품의 경우 산도는 보존성과 밀접한 연관이 있어 숙성된 장류의 보존성을 높이기 위해서는 pH5.0이하를 유지함이 지극히 유리하다(41,42). 이러한 면에서 미가온침가구의 낮은 산도는 보존성에 불리하다 하겠다. 한편 젖산과 식초산의 생성량은 처리구간에 뚜렷한 차이를 발견하기가 어렵다.

3) 당 및 알콜의 변화

당의 소비나 알콜류의 생성경과는 표3-75과 표3-76와 같다.

엿기름의 첨가는 당의 소비를 촉진하며, 특히 비가열의 경우에는 숙성 후 반기에도 계속적인 소비가 이루어져 6개월 후에는 비첨가 내지는 첨가 후 가열 구에 비해 2/3수준에 있다. 알콜생성량 또한 2배 가까이 높아 효모가 왕성하게 생육하고 있음을 알 수 있다. 한편 알콜생성량의 조사에서는 첨가-가열구도 동일한 결과를 보여, 결국 엿기름의 첨가는 효모의 번무를 초래하는 중요한 요인이라 할 수 있다. 따라서 60-65℃의 가온당화공정은 효모의 생육을 조절하는 데에는 효과가 없으며, 다만 엿기름 첨가 후 당화 조작을 생략할 경우 표3-73에서 볼 수 있는 바와 같이 산생성 부진으로 풍미나 보존성을 저락할 위험이 있다고 생각된다.

나. 엿기름당화 후 자불의 영향

순창지방의 일부 가정에서는 엿기름첨가시 충분한 물을 혼합하고, 당화가 끝나면 끓여서 물엿상태까지 졸이는 경우가 있다. 이 조작은 살균에 완전을 기할 수 있다는 장점은 있으나 메주와 엿기름에서 유래하는 효소는 완전히 파괴된다는 결점도 있다. 본 연구에서는 당화 후 자불이 고추장의 숙성에 미치는 영향을 조사하였던 바 그 결과는 표3-77에서 표3-86과 같다.

표3-75. 옛기름침가 후 비당화 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

처리방법	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
A	맥아당	4.48	4.32	3.55	2.17	1.20
	포도당	4.35	4.12	6.46	6.78	7.88
	총환원당	10.6	10.7	12.6	10.0	11.2
B	맥아당	5.07	3.16	3.54	1.49	1.34
	포도당	8.53	7.27	5.36	6.12	7.66
	총환원당	15.1	12.6	10.8	9.1	7.2
C	맥아당	5.59	3.46	2.67	2.00	0.75
	포도당	8.41	7.81	6.73	5.65	5.20
	총환원당	16.4	12.6	10.7	10.0	7.3
D	맥아당	5.08	3.31	2.36	1.11	0.62
	포도당	8.34	6.90	6.14	6.42	5.61
	총환원당	15.8	11.3	10.8	10.3	6.7
E	맥아당	6.41	4.43	3.17	2.21	1.00
	포도당	8.87	6.94	6.18	6.67	6.06
	총환원당	16.0	14.7	12.9	10.8	10.7

*처리방법은 표3-72 참조

표3-76. 옛기름침가 후 비당화 고추장 숙성 중 ethanol과 glycerol의 변화(25℃, g%)

처리방법	조사항목	숙 성 기 간				
		2주	4주	6주	8주	6개월
A	Glycerol	0.01	0.10	0.37	0.45	0.42
	Ethanol	0.10	0.21	1.89	1.33	1.86
B	Glycerol	0.63	0.77	0.82	3.87	0.84
	Ethanol	1.21	3.61	3.55	4.42	4.93
C	Glycerol	0.17	0.53	0.69	0.51	0.65
	Ethanol	1.04	1.37	2.85	2.32	3.89
D	Glycerol	0.40	0.42	0.88	0.60	0.67
	Ethanol	0.85	1.09	3.28	2.72	0.34
E	Glycerol	0.15	0.27	0.80	0.74	1.04
	Ethanol	0.25	0.35	3.52	3.23	3.02

*처리방법은 표3-72 참조

1) 저온숙성(15℃)

15℃에서 6개월간 숙성시키면서 조사한 결과는 표3-77에서 표3-86과 같다.

가) 효모의 균총변화

숙성과정에서 효모의 생육도는 표3-77과 같은 변화를 보인다.

자불처리구의 경우 초기균량이 대단히 낮다. 그러나 숙성 4개월에는 4.7E7에 달하고, 6개월 후에는 2.1E8을 보여 비자불구와 큰 차이가 없어 본 방법으로는 부풀림을 억제할 수는 없다고 판단된다.

표3-77. 옛기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 효모의 동태(15℃, CFU/g)

처 리	숙 성 기 간(개월)			
	2	3	4	6
가 열	7.6E3	5.5E5	4.7E7	2.1E8
비가열	1.2E7	3.0E8	3.2E8	3.1E8

나) 산도 및 유기산의 변화

산생성경과는 표3-78 및 표3-79와 같은데 전반적으로 처리간에 큰 차이는 볼 수 없고, 다만 젖산의 생성량에서 다소 자불구가 낮음을 알 수 있다.

다) 당 및 알코올의 변화

당소비와 알코올생성경과는 표3-80 및 표3-81과 같으며, 당소비 속도나 알코올 생성량에서 자불구가 다소 낮은 경향을 보인다. 이것은 표3-77에서 볼 수 있는 바와 같이 숙성초기에 효모의 균체수가 현저히 낮은 데에 원인이 있으나 차이가 크지 않아 자불에 의한 부풀림의 예방을 기대하는 것은 무리라 생각된다.

표3-78. 엿기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화 (15℃)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
가 열	pH	5.25	4.82	4.75	4.73
	적정산도	9.50	13.50	17.80	19.20
비가열	pH	5.00	4.90	4.77	4.72
	적정산도	12.30	15.90	17.00	18.80

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-79. 엿기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(15℃, g%)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
가 열	젖 산	0.06	0.18	0.14	0.22
	식초산	0.01	0.02	0.08	0.17
비가열	젖 산	0.08	0.21	0.33	0.32
	식초산	0.01	0.14	0.17	0.21

표3-80. 엿기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 환원당의 변화(15℃, g%)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
가 열	맥아당	6.09	4.25	3.78	1.17
	포도당	9.83	9.23	7.04	7.72
	과 당	0.50	0.65	0.31	0.39
	총환원당량	17.30	15.40	12.60	11.50
비가열	맥아당	6.65	5.87	4.46	2.42
	포도당	8.69	7.27	5.15	6.61
	과 당	0.54	0.48	0.86	0.27
	총환원당량	16.90	14.80	11.00	10.90

표3-81. 옛기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(15℃, gx)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
가 열	Ethanol	0.07	0.27	0.84	0.62
	Glycerol	0.01	0.05	0.16	0.33
비가열	Ethanol	0.11	0.84	1.25	2.10
	Glycerol	0.04	0.17	0.42	0.64

2) 고온숙성(25℃)

25℃에서의 4개월간의 숙성경과는 표3-82에서 86과 같다.

가) 효모의 균총 변화

효모의 균총변화는 표3-82와 같은데, 15℃에서와 같이 자불구에서 숙성초기의 생육도가 낮으나 숙성이 진행되면서 점차 가열, 비가열간의 차이가 좁혀지고 있다. 따라서 25℃숙성 고추장에서 효모의 균총변화에 당화액의 자불은 큰 의미가 없다고 생각된다.

표3-82. 옛기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 효모의 동태(25℃, CFU/g)

처 리	숙 성 기 간(개월)			
	1	2	3	4
가 열	1.3E4	2.4E6	1.5E8	2.2E8
비가열	1.8E7	4.1E8	3.8E8	3.0E8

나) 산도와 유기산의 변화

당화액의 자불 및 비자불에 따른 산생성경과는 표3-83과 표3-84와 같은데 자불하지 않은 경우 비교적 산생성이 보다 원활한 경향을 보인다.

표3-83. 옛기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(25℃)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
가 열	pH	5.17	4.95	4.73	4.56
	적정산도	9.8	15.2	18.7	20.4
비가열	pH	4.85	4.63	4.60	4.50
	적정산도	13.2	18.5	20.4	22.3

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임

표3-84. 옛기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃, gx)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
가 열	젖 산	0.49	0.61	0.92	0.72
	식초산	0.11	0.12	0.24	0.20
비가열	젖 산	0.37	0.54	0.53	0.74
	식초산	0.03	0.24	0.35	0.30

다) 당 및 알콜함량의 변화

당의 소비경과는 표3-85와 같고, 알콜류의 생성경과는 표3-86과 같다. 비자불구가 당의 소비량이나 ethanol의 생성량이 높아 효모의 생육상황이 보다 활발함을 알 수 있다. 이 결과만을 비교할 경우 자불조작은 숙성의 초기단계에서는 어느 정도 효모의 활동을 제어할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 숙성 후반기에 들어가면 양자간에 뚜렷한 차이가 없다.

고추장의 풍미를 결정함에 있어 가장 중요한 요소는 단맛이다. 옛기름을 첨가하고 당화한 다음 자불하여 줄이게 되면 전분의 당화는 더욱 촉진되어 충분한 감미를 확보하게 된다. 이 경우 고추장이 갖추어야 할 최소의 풍미

표3-85. 엿기름당화후 열처리별 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, gx)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
가 열	맥아당	6.71	5.54	2.37	2.35
	포도당	9.23	9.32	9.78	9.31
	총환원당	17.2	15.8	13.2	13.8
비가열	맥아당	5.73	4.16	2.59	1.86
	포도당	8.24	8.35	8.75	9.87
	총환원당	15.4	14.1	12.5	12.2

표3-86. 엿기름당화후 열처리별 고추장숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(25℃, gx)

처 리	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
가 열	Ethanol	0.03	0.17	0.57	0.67
	Glycerol	0.01	0.05	0.34	0.26
비가열	Ethanol	0.05	0.89	2.17	1.68
	Glycerol	0.02	0.22	0.89	0.82

는 유지하게 된다고 볼 수 있으나 전통식품이 갖는 오묘한 풍미는 기대할 수 없으며, 무엇보다도 이 방법으로는 부풀림을 예방할 수 없고, 아울러 저장성의 개선에도 보장이 없다. 다만 숙성을 촉진시키는 상업적인 이점은 기대할 수 있다고 생각한다.

다. 찹쌀 장기침지의 영향

과학적으로 밝혀진 바는 없으나 순창지방의 일부가정에서는 동절기에 찹쌀을 장기간 침지하였다가 고추장 담금에 사용하면 풍미가 우수하고, 저장성이 높은 제품을 생산할 수 있다는 주장이 있다. 이 방법의 가능성을 확

인하고자 1월에 찹쌀을 20일간 침지하였다가 고추장 담금에 사용하여 숙성 경과를 조사한 바 표3-87에서 표3-96과 같은 결과를 얻었다.

1) 저온숙성(15℃)

15℃에서 6개월간 숙성시키면서 조사한 효모의 균총이나 제반 성상의 변화는 표3-87에서 표3-91과 같다.

가) 효모균체수의 변화

6개월간 조사한 효모의 균체수의 변화는 표3-87과 같다.

표3-87. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 효모의 동태 (15℃, CFU/g)

시료번호	처 리	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
F-1	당화액가열	2.5E3	5.7E5	2.1E7	2.2E8
F-2	당화액비가열	1.0E7	1.2E8	3.6E8	3.2E8
F-3	당화 안함	3.0E7	3.2E8	4.4E8	3.0E8

당화 후 가열조작에 의해 초기의 균량에는 큰 차이가 있으나, 숙성이 진행되면서 점차 처리간에 비슷한 수준을 유지하게 됨을 볼 수 있다. 즉 자 불처리구가 2개월 숙성에 2.5E3의 균수를 보인 반면에 비자불구는 1.0E7으로 현저한 차이가 있다. 비자불구는 숙성 4개월에 균량이 최고치에 달하고, 6개월 후에 전처리구가 2.2-3.2E8으로 평준화 되어 있음을 알 수 있다. 또한 본 조사는 표3-77과 비교할 때 찹쌀의 장기침지가 효모의 생육을 조절하고, 그에 따라 부풀림 현상을 억제할 수 있는 방법으로 보기는 어렵다.

나) 산도 및 유기산의 변화

6개월간의 산생성경과는 표3-88 및 표3-89와 같으며, 표3-78 및 표3-79의 결과와 비슷한 경향을 보이고 있어 장기침지의 영향을 인정할 수 없다.

표3-88. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(15℃)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
F-1	pH	5.12	5.01	4.76	4.65
	적정산도	10.60	12.20	17.50	21.70
F-2	pH	5.03	4.95	4.96	4.55
	적정산도	12.50	13.40	16.70	20.10
F-3	pH	5.27	5.11	4.96	4.94
	적정산도	9.80	10.50	14.40	15.30

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임

*시료번호별 처리방법은 표3-87 참조

표3-89. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(15℃)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
F-1	젖 산	0.52	0.58	0.62	0.85
	식초산	0.01	0.21	0.18	0.30
F-2	젖 산	0.67	0.42	0.75	1.11
	식초산	0.02	0.22	0.25	0.28
F-3	젖 산	0.26	0.43	0.90	0.63
	식초산	0.02	0.19	0.21	0.25

*시료번호별 처리방법은 표3-87 참조

다) 당소비 및 알콜생성량의 변화

숙성기간 중 당의 소비와 알콜의 생성경과는 표3-90에서 표3-91과 같다. 역시 앞의 표3-80 및 3-81과 유사한 결과로 장기침지의 영향이 인정되지 않는다.

표3-90. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 환원당의 변화(15℃, gx)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
F-1	맥아당	6.98	4.07	2.51	1.92
	포도당	9.90	9.23	8.24	9.18
	총환원당량	17.80	15.20	12.40	11.00
F-2	맥아당	6.81	4.74	1.41	0.47
	포도당	8.45	8.21	9.49	9.31
	총환원당량	16.90	14.20	11.90	10.20
F-3	맥아당	5.54	3.74	1.46	0.64
	포도당	8.24	8.32	8.55	7.70
	총환원당량	15.70	13.20	10.70	10.30

*시료번호별 처리방법은 표3-87 참조

표3-91. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(15℃, gx)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		2	3	4	6
F-1	Ethanol	0.00	0.78	1.13	1.39
	Glycerol	0.00	0.29	0.71	0.26
F-2	Ethanol	0.00	0.47	0.76	0.81
	Glycerol	0.00	0.08	0.12	0.40
F-3	Ethanol	0.00	1.24	1.90	1.19
	Glycerol	0.00	0.57	0.86	1.04

*시료번호별 처리방법은 표3-85 참조

2) 고온숙성(25℃)

20일간 침지한 찹쌀 고추장을 25℃에서 6개월간 숙성시키면서 효모의 균총변화 및 제반 물질의 변화를 조사한 결과는 표3-92에서 표3-96과 같다. 15℃에서의 실험과 비교, 검토할 때 숙성경과가 빠르게 진행된 것 외에는 별다른 차이점이 없어 찹쌀의 장기침지가 부플림을 예방할 수 있는 가능성이 발견되지 않는다.

가) 효모의 생육도

효모의 균총변화는 표3-92와 같다.

표3-92. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 효모의 등태(25℃, CFU/gr)

시료번호	처 리	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
F-1	당화액가열	2.4E5	5.4E6	7.2E7	1.6E8
F-2	당화액비가열	1.0E7	1.0E8	5.5E8	1.2E8
F-3	당화 안함	6.6E6	1.8E7	3.6E7	3.2E7

나) 산도 및 유기산의 변화

산생성경과는 표3-93과 표3-94와 같으나, 처리간에 뚜렷한 차이점이 발견되지 않는다.

다) 당소비 및 알콜생성량

당의 소비 및 알콜생성경과는 표3-95 및 표3-96과 같은데, 처리간에 큰 차이가 없다.

예비실험 결과 생찹쌀의 장기간 침지과정에서 젖산균의 번무가 관찰되었으며, 원인을 밝히지는 못했으나 formic acid를 비롯한 저급의 지방산이 고농도로 검출되어 숙성초기에 있어 효모의 생육부진의 원인으로 추정된다(42). 한편 장기간의 침지로 찹쌀전분의 호화도가 높아지면서 일부 숙성에

표3-93. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 pH와 적정산도의 변화(25℃)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
F-1	pH	4.95	4.85	4.66	4.64
	적정산도	13.60	15.20	18.80	20.90
F-2	pH	4.92	4.84	4.67	4.63
	적정산도	14.30	15.50	17.80	20.00
F-3	pH	5.11	5.05	5.00	4.62
	적정산도	10.00	11.40	14.50	22.30

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수임
*시료번호별 처리방법은 표3-90 참조

표3-94. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 젖산 및 식초산의 변화(25℃)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
F-1	젖 산	0.59	0.74	0.68	0.76
	식초산	0.02	0.21	0.23	0.21
F-2	젖 산	0.62	0.66	0.72	0.64
	식초산	0.03	0.25	0.18	0.23
F-3	젖 산	0.47	0.72	0.67	0.71
	식초산	0.02	0.22	0.27	0.25

*시료번호별 처리방법은 표3-90 참조

유리한 조건이 마련될 수 있으리라는 추정도 가능하나 본 실험에서는 특별한 차이점을 밝히지 못했다.

라. 효모의 혼합접종

고추장의 숙성기간을 단축하고, 풍미를 증진시킬 목적으로 우량효모를 인공접종하려는 시도가 있는데(34.41), 본 연구에서도 효모의 인공접종이 숙성경과나 저장성에 미치는 영향을 조사하였다. 연구에 사용한 균주는 2절

에서 분리한 효모 중에서 비교적 밀도가 높으면서 균종이 다른 Y1, Y10 및 D1 균주였는데, 균주의 접종은 엷기름을 첨가하여 65℃로 당화시킨 다음, 고춧가루와 식염을 첨가할 때 같이 균액을 혼합하였다.

표3-95. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 환원당의 변화(25℃, g%)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
F-1	맥아당	6.78	4.53	2.84	2.67
	포도당	9.21	9.65	9.65	8.04
	총환원당량	17.30	15.40	13.80	12.20
F-2	맥아당	5.81	4.90	2.38	2.51
	포도당	9.22	9.36	8.42	7.37
	총환원당량	16.90	14.40	12.90	11.40
F-3	맥아당	4.46	3.27	1.08	1.63
	포도당	9.28	9.73	8.64	8.98
	총환원당량	15.30	13.20	11.30	10.50

*시료번호별 처리방법은 표3-90 참조

표3-96. 장기간 침지찹쌀 고추장 숙성 중 ethanol 및 glycerol의 변화(25℃)(g%)

시료번호	조사항목	숙 성 기 간(개월)			
		1	2	3	4
F-1	Ethanol	0.02	1.17	2.26	1.72
	Glycerol	0.00	0.37	0.89	0.31
F-2	Ethanol	0.00	0.62	1.27	0.98
	Glycerol	0.00	0.13	0.43	0.40
F-3	Ethanol	0.13	1.97	3.06	2.02
	Glycerol	0.03	0.64	1.24	1.53

*시료번호별 처리방법은 표3-90 참조

25℃에서 6개월간 숙성시키면서 효모의 균체수를 조사한 결과는 다음 표3-97 같다.

표3-97. 효모의 인공접종 고추장에서 효모균체수의 변화(25℃)

처 리	조 사 시 기				
	2주	4주	6주	8주	6개월
Y1	3.7E7	4.2E8	5.6E8	4.5E8	3.2E8
Y10	1.5E7	2.1E8	4.8E8	4.1E8	3.5E8
D1	3.0E7	4.0E8	5.0E8	4.2E8	3.4E8
Y1 + Y10	2.5E7	3.8E8	4.5E8	3.7E8	2.8E8
Y1 + D1	2.1E7	2.1E8	4.0E8	2.5E8	1.8E8
Y1 + Y10 + D1	2.0E7	2.0E8	2.7E8	1.4E8	5.0E7

*접종균량: 단독 1.0E4, 2종 혼합 각4.5E3씩, 3종혼합 각 3.3E3 CFU/g수준
*혼합접종의 경우 전 효모균체수임

균의 생육상황은 표3-97에서 볼 수 있는 바와 같이 단일접종과 혼합접종 간에서 경시적인 차이를 볼 수 있다. 즉 단일접종의 경우 증식속도가 보다 빠르고, 밀도도 높아 숙성 2주에 1.5-3.7E7에서, 6주에는 4.8-5.6E8로 최고치를 보이다 점차 감소하여, 6개월 후의 균량은 3.2-3.5E8로 평균화 되는 경향을 보인다. 이에 비해 혼합접종은 2주에 2.1-2.5E7에서, 6주에 2.7-4.5E8로 최고치에 달하고, 6개월 후의 밀도는 0.5-2.8E8로 단일접종에 비해 상당히 낮은 균량임을 알 수 있다. 이러한 단일 및 혼합접종에 따른 균체수의 차이는 이(34)의 보고와도 일치하는 것으로 재래 고추장이 자연적으로 혼입되는 균주들에 의해 숙성된다는 점을 감안할 때 숙성 및 저장 중의 미생물관리에 상당히 중요한 정보를 제공한 것으로 본다.

균주간의 비교에서는 Y1균주가 가장 왕성한 생육도를 보이고, D1은 Y1균주와 거의 유사하고, Y10균주가 가장 미약하여 고추장에서의 역할을 단순히 증식속도로만 비교한다면 Y1균주가 가장 크다고 하겠다. 그러나 이들은 모두 숙성이 진행되면서 평균적인 균량을 보이며, 고추장의 부풀림 현상이란

충분한 균량이 존재하는 상태에서 일어나는 돌발적인 현상으로 개스발생에 의한 팽창현상을 우점종의 생리적 특성과 결부시키는 것은 무의미하고, 다만 문제가 되는 시점에서 균량이 중요하다고 생각된다.

혼합접종에서 균종의 선택도 중요한 의미를 갖는다. 즉 Y1과 Y10균주의 혼합접종에 비해 Y1과 D1균주의 경우가 전반적으로 균량이 낮는데, 이 점은 생리활성도가 비슷한 균종끼리의 조합이 상호길항작용에 보다 효과적임을 의미하는 것으로 생각된다. 더불어 공시된 3균주의 혼합접종은 전 숙성과정에서 가장 낮은 균량을 보이고 있으며, 6개월 후에도 5.0E7로 뚜렷한 균량의 감소를 보여 시사하는 바가 크다.

효모의 혼합접종은 균량의 비교에서 저장성의 개선에 중요한 단서를 제공하고 있으나, 단순한 균종의 변화만으로는 균의 전반적인 생육경과를 파악하기에는 미흡한 점이 있고, 아울러서 이러한 방법이 고추장의 풍미에 미치는 영향도 규명할 필요가 있다. 이를 위해서 효모에 의한 발효과정에서 주된 소비생성물인 당이나 알콜류의 동향을 조사한 결과는 표3-98과 같다.

당의 소비율 비교에서 단일접종에서는 숙성 2주에 35-42%가 소비되며, 6개월 후에는 63-82%가 소비되어 최종 당함량은 6.1-7.5g%인데 반해서, 혼합접종의 경우 2주에 29-33%, 6개월 후에 43-56%가 소비되고, 8.9-11.4%가 잔존하여 단일접종보다는 혼합접종에서, 또한 혼합균종의 종류가 다양할수록 당의 소비가 월등히 낮음을 알 수 있다. 이러한 사실은 혼합접종에서 효모의 생육이 더욱 제한을 받고 있음을 의미하는 것으로, ethanol의 생성경과에서도 동일한 경향을 보이고 있어 혼합접종에 대한 기대를 높이고 있다.

앞의 엿기름이나 물엿에 관한 제반 실험에서 이들의 사용은 효모의 생육을 촉진하였는데, 이 사실을 본 실험과 결부시켜 생각할 때 숙성초기에 과다한 환원당이 존재하면 특정효모의 증식이 급속히 진행되면서 균종이 단순화하게 되고, 결국에는 본 연구에서와 같이 계속적인 번무를 초래한다는 추

론이 가능하다. 따라서 숙성 후기의 저장 중에 과다한 효모의 번식에 의한 품질저락을 예방하기 위해서는 담금초기에 미생물관리가 중요하며, 이를 위해서는 조기숙성을 위한 급속한 당화공정을 피하고, 다수의 우량효모를 혼합하여 접종함이 바람직할 것으로 생각한다.

표3-98. 효모의 인공접종 고추장에서 총당, ethanol 및 glycerol 함량의 변화(25℃, g%)

처 리	조사항목	조 사 시 기				
		2주	4주	6주	8주	6개월
Y1	총환원당	11.70	10.50	9.40	8.20	6.10
	Glycerol	0.02	0.08	0.91	0.67	0.69
	Ethanol	0.10	0.66	3.27	3.33	3.00
Y10	총환원당	13.10	11.60	11.30	9.40	7.50
	Glycerol	0.01	0.05	0.84	0.52	0.55
	Ethanol	0.07	0.28	1.62	2.01	1.74
D1	총환원당	12.10	10.10	9.90	8.10	6.50
	Glycerol	0.02	0.07	0.95	0.88	0.75
	Ethanol	0.12	0.54	3.33	3.26	2.65
Y1 + Y10	총환원당	13.50	12.00	10.80	8.40	8.90
	Glycerol	0.02	0.04	1.04	1.02	0.88
	Ethanol	0.10	0.46	2.99	2.92	1.84
Y1 + D1	총환원당	13.00	11.70	11.00	10.60	10.40
	Glycerol	0.05	0.12	1.22	1.07	1.32
	Ethanol	0.18	0.32	2.44	2.17	1.67
Y1 + Y10 + D1	총환원당	14.30	12.80	12.40	11.90	11.40
	Glycerol	0.09	0.28	1.56	1.32	1.25
	Ethanol	0.32	0.82	2.40	2.05	1.60

한편 효모의 혼합접종을 이용함에 있어서는 풍미에 대한 문제가 남는데 이(34)가 관능검사에서 효모단용구나 무접종구보다 혼용구가 가장 우수하다

고 보고한 바 있어 일단 실용성이 있다고 본다. 다만 마지막 남은 문제는 과연 이러한 방법이 고추장에 응용될 때 전통성을 인정받을 수 있느냐는 점이다. 그러나 전통성의 유지란 현상의 고착만이 능사가 아니라, 현실적으로는 문제의 근간을 밝혀 결점을 보완한다는 개선의 의지에 의해서만 순창 전통고추장의 명맥이 이어지리라 생각한다.

마. 발효조의 관리방법이 고추장의 저장성 및 품질에 미치는 영향

효모는 발효라고 하는 혐기적 호흡계를 지니고 있어 고추장의 내부에서도 자랄 수 있으나 대사효율상 산소공급이 보다 원활한 표층의 밀도가 높을 수 밖에 없다. 한편 고추장의 숙성, 저장과정에서는 고추장의 층분리현상을 막기 위해 주기적으로 교반을 한다. 이러한 조작은 고추장 내면에 산소를 공급함과 동시에 효모의 생육밀도가 높은 표층이 내면으로 혼입되면서 결국 이중으로 효모의 증식을 촉진하는 결과를 낳게 되어 고추장의 풍미나 저장성에 영향을 미칠 것은 자명하다. 따라서 본 연구에서는 이 점을 분명히 하기 위해 표3-15와 같은 방법으로 담근 고추장을 3분하여 효모의 밀도가 높은 표층을 혼입시키면서 2주에 1회 간격으로 교반한 구(A), 표면에 효모의 막이 보이면 1-2개월에 1회 정도 효모층을 제거하고 교반한 구(B) 및 대조구로 표면에 플라스틱 필름을 덮고, 물을 담아 완전히 밀봉한 구(C)로 나누어 실온에서 숙성시켰다. 12개월간 조사한 결과는 표3-99에서 표3-101과 같다.

1) 수시교반 및 교반시 효모층을 혼입한 고추장의 특성

교반회수가 잦고, 교반시 표층을 전혀 제거하지 않고 숙성시킨 고추장의 성상은 표3-99와 같다. 1월 담근 고추장을 실온에서 숙성시키면 2-3월이면 기포나 부풀음과 같은 효모의 증식을 상징하는 현상이 관찰되기 시작하였고, 4월 하순에는 표면에 효모의 군개가 나타나기 시작하였다. 이때까지는 월 2회 정도 교반하였다.

계속적인 교반으로 다량의 효모가 증식하는 고추장은 과다한 당의 소비와 산생성으로 풍미가 떨어지며, 계속적인 교반은 당이 완전히 소진 될 때까지 효모의 번무를 가져와 식용할 수 없는 상태에 이르렀다.

표3-99. 발효조 관리방법에 따른 고추장(A)의 성상변화

조사항목	숙성 및 저장 기간(개월)		
	6	9	12
pH	4.75	4.53	4.35
적정산도(mL)	15.90	15.60	14.50
맥아당(g%)	0.88	0.10	0.00
포도당(g%)	5.17	2.04	0.00
총환원당(g%)	7.85	3.16	0.00
Glycerol(g%)	0.24	0.31	0.04
Ethnaol(g%)	0.55	0.37	0.22
젖산(g%)	0.33	0.45	0.73
식초산(g%)	0.75	0.31	0.39
풍 미	불량	식용불가	-

*표면에 효모막이 보이면 제거하지 않고 계속적으로 교반함(평균 월 2회)

2) 일반 관행적 방법으로 관리한 고추장의 특성

표3-100. 발효조 관리방법에 따른 고추장(B)의 성상변화

조사항목	숙성 및 저장 기간(개월)		
	6	9	12
pH	4.66	4.64	4.58
적정산도(mL)	21.60	22.40	23.70
맥아당(g%)	1.05	0.46	0.24
포도당(g%)	7.74	7.58	5.42
총환원당(g%)	10.65	9.33	6.54
Glycerol(g%)	0.42	0.35	0.41
Ethnaol(g%)	2.11	2.70	2.51
젖산(g%)	0.51	0.54	0.37
식초산(g%)	0.21	0.21	0.25
풍 미	산미, 양호	양호	양호

*1-2개월 간격으로 효모가 자란 표층을 제거하고 교반.

3) 밀봉발효 고추장의 특성

밀봉발효 고추장의 경시적 특성 변화는 표3-101과 같은데 숙성 6개월에는 일반 관행적인 고추장(B)과 비교할 때 풍미가 보다 우수한 제품이 생산되었다. 그러나 6개월 후 밀봉장치를 풀고, 개방상태에서 저장한 결과 잦은 부풀림이 관찰되고, 급속히 풍미가 저락되었다. 특히 장기간의 저장시에는 젖산의 함량이 높아지면서 강한 산미를 지니고, 부풀림도 계속되었다. 따라서 본 방법은 양질의 제품을 생산할 수는 있으나 보존성이 낮아 또 다른 해결해야 할 문제를 남겼다.

표3-101. 발효조 관리방법에 따른 고추장(C)의 성상변화

조사항목	숙성 및 저장 기간(개월)		
	6	9	12
pH	4.74	4.42	4.33
적정산도(mL)	24.50	25.40	23.70
맥아당(g%)	1.15	0.67	0.24
포도당(g%)	9.81	6.52	5.25
총환원당(g%)	12.38	8.75	11.00
Glycerol(g%)	0.82	0.72	0.64
Ethnaol(g%)	4.46	3.93	3.85
젖산(g%)	0.57	0.61	1.62
식초산(g%)	0.28	0.32	0.28
풍미	양호	양호	불량

*고추장 담금 즉시 표면에 두꺼운 비닐을 덮고, 물을 부어 공기를 완전히 차단하여 발효시킴

3. 요약

고추장 담금에서 당화력을 높이기 위해 엿기름이 첨가되는데, 첨가시 60-65℃에서의 당화 조작은 고추장의 숙성경과나 풍미증진에는 효과가 있으나, 개스생성억제나 저장성의 향상에는 효과가 없었다. 이러한 면은 자분하여 살균하여도 개선되지 않았으며, 60℃의 가열과정을 생략한 첨가구는

품질저락의 가능성이 높았다. 전분의 호화를 돕기위해 찹쌀을 장기간 침지하는 방법도 뚜렷한 효과를 인정할 수 없었다.

전통고추장에서 분리한 효모를 인공접종하는 방법은 풍미나 개스생성억제에 높은 가능성을 보였는데, 단일접종 보다는 유리하였다. 혼합접종시, 생리활성이 비슷한 균종끼리의 조합이, 그리고 균종이 다양할수록 보다 효과적이었다.

숙성 및 저장 중 발효조의 잦은 교반은 풍미나 저장성에 불리하였으며, 발효조를 완전밀폐시키면 풍미가 우수한 제품을 생산할 수 있으나, 밀폐장치가 풀리게 되면 급속히 저장성이 떨어지는 결점이 있어, 적절한 보존방법의 개발이 필요하였다.

제 4장 개스생성 억제 및 저장성 개선에 관한 연구

제 1절 서 설

제 2절 개스생성 기작 및 영향인자에 관한 연구

제 3절 항효모제에 의한 개스생성 억제 및
저장성 개선

제 4절 Ohmic heating에 의한 개스생성 억제 및
저장성 개선

제 5절 초고압살균법에 의한 개스생성 억제 및
저장성 개선

제 6절 저온살균법에 의한 개스생성 억제 및
저장성 개선

제 7절 포장재의 개선에 의한 개스생성 억제 및
저장성 개선

여 백

제 4장 개스생성억제 및 저장성 개선에 관한 연구

제 1절 서 론

고추장에 대해서는 많은 연구보문이 있으나 발효미생물, 성분변화, 풍미의 증진, 숙양법 내지는 공업적 생산을 위한 데에 관심이 집중되었으며(1-16, 20-38), 저장성의 향상을 위한 연구는 그리 많지 않고, 대부분의 연구도 저장 중의 성분변화나 유통기간의 예측을 위한 기초적 자료수집단계에 머물러 있다(44-47).

이러한 경향은 장류가 정상적인 발효에 의해 생산될 경우 급격한 환경변화를 가하지 않으면 본질적으로 자가보존능력을 갖추고 있다는 당위성에서 간과된 데에 원인이 있다. 즉, 발효식품이란 (1) 환경적 요인으로 염도, 산도, 당도, 수분함량 및 stater 등이 발효의 출발단계에서부터 유리한 환경이 조성되거나, (2) 원료의 내재적인 요인으로 선택적 항균물질이나 목적균을 위한 생육촉진물질이 존재함으로써 목적하는 미생물이 우점종이 되고, (3) 발효적 요인으로 어느 정도 목적균이 균량을 확보하게 되면 스스로 타종을 배제할 수 있는 능력을 발휘하게되는데, 이 경우 발효의 산물로써 산이나, 알콜, 혹은 nisin과 같은 항생물질을 분비하는 등으로 변패미생물의 침입을 막을 수 있는 자발적인 능력을 갖추게 된다. 이러한 면에서 장류, 침채류 및 주류는 좋은 설명자료가 될 수 있다.

장류의 경우 메주나 koji에서 필요한 물질분해를 끝낸 후 변패미생물이 생육하기 어려운 고식염조건에서 후발효를 시킨다고 볼 수 있고, 한편 메주는 저수분 및 혐기적 조건으로, koji는 stater 의 첨가로 목적균의 우점종

화를 유도했다고 볼 수 있다. 침채류는 내재적 요인에 해당하는 대표적인 예인데, 침채류의 주재료인 십자화과 채소류는 모두 항균성 물질인 alkenylisothiocyanate를 함유하고 있으며(48), 이 화합물의 항균성은 선택성이 있어 특히 효모류나 일반세균류를 선택적으로 억제할 수 있는 능력이 있다(49-52). 따라서 침채류의 숙성과정에서는 무난히 젖산균이 우점종화할 수 있다(1).

발효적 요인으로는 대표적인 경우가 알콜발효이다. 방임적인 재래주류에서는 발효의 시작단계에서는 효모를 우점종화할 뚜렷한 요인을 내세우기는 어렵다(53). 그러나 어느 정도 효모의 균체수가 증가하면 왕성한 알콜생성으로 공존미생물을 제압하게되는데, 이때 산생성이 병행되면서 확실한 우위를 차지한다(54). 이러한 주류의 발효경과로 미루어 볼 때 장류나 침채류의 경우와는 달리 stater의 존재가 중요함은 충분히 이해가 간다.

고추장에서의 발효는 이상의 어느 경우와도 거리가 있다. 즉, 장류의 발효양상을 따르기에는 식염농도가 비교적 낮고, 알콜발효로 간주하기에는 너무 높다. 또한 특별한 선택적 항균물질이나 현상에 대한 연구보고도 없다. 그러나 제2장과 3장에서 보고한 바와 같이 주발효균은 효모이며, 젖산균은 부차적이거나 다만 공존할 뿐 거의 생육의 징후를 발견할 수 없다. 이러한 사실에서 고추장의 발효는 고식염조건에서의 알콜발효로 규정함이 개스발생 억제나 보존성의 향상을 위한 미생물학적인 대책을 강구하는데 보다 도움을 줄 수 있다고 생각한다.

권(41)은 숙성 및 저장중인 재래간장에 대한 amine류의 동태를 추적하는 연구과정에서 18%-21%의 소금농도에서도 변태현상은 진행되며, 주원인균으로 효모와 젖산균을 지목하였고, 간장의 pH가 5.0 이하로 내려가면 더 이상의 변태현상은 진행되지 않으며, 장류를 일광에 노출시키면 변색현상이 현저히 억제된다고 보고한 바 있다. 고추장의 식염농도는 9%내외이며, pH는

5.0부근이다. Ethanol농도는 3%이하이다. 이러한 조건은 고추장이 미지의 항균물질을 보유하고 있지 않는 한 변패의 가능성은 상당히 높다고 볼 수 있다.

고추장의 저장과정에서 볼 수 있는 변패현상은 크게 나누어서 가스발생에 의한 팽창이나 산미의 증가 및 갈변현상이 주이다. 가스발생은 효모의 돌발적인 이상증식에서 초래되는 현상이고(8,55-57), 갈변은 화학적 현상이며(44-47), 일반적으로 발효식품에서 산미의 주체는 젖산으로, 고추장의 경우에도 산미의 증가는 젖산균의 번무가능성을 의심하나 확실히 밝혀진 바 없고, 오히려 신 등(58)은 succinate가 가장 높다고 보고한 바도 있다.

본 연구의 주제이기도 한 가스발생은 정상적인 발효의 한 과정으로도 볼 수 있으며, 그 자체는 고추장의 풍미에 직접적인 영향을 미치는 것이 아니어서 변패현상으로 간주하기에는 무리가 있으나, 지속적인 효모의 번무는 당의 과다한 소비와 더불어 이차적인 품질저락의 원인이 될 수 있음은 이미 앞에서 밝힌 바 있다. 가스발생은 돌발적인 현상으로 자가소비를 위한 경우 일정기간 발효조를 안정시키면 정상으로 돌아가나, 상업적 유통에서는 소분이나 운반과 같은 외부의 물리적 자극을 피할 수 없어 보다 적극적인 대책이 필요하다.

따라서 본 장에서는 순창 전통고추장의 저장 및 유통과정에서 야기되는 부풀림 현상이나 보존상의 문제를 위해 가스생성기작을 수리적으로 해석하고, 안전성이 확인된 천연식품이나 알콜과 같은 발효산물의 첨가나, ohmic heating법, 초고압 살균법 및 저온살균법의 이용 내지는 포장의 개선을 통해 해결하고자 시행되었다.

제 2절 개스생성기작 및 영향인자에 관한 연구

고추장에서 개스생성기작을 수리적으로 해석하고, 개스생성도에 관여하는 제반 인자의 영향을 파악함으로써 유통기간을 예측하거나, 효과적인 억제책을 강구할 수 있는 기초자료를 마련하고자 다음과 같은 실험을 행하였다.

1. 재료 및 방법

가. 균주의 배양 및 이화학적 분석

제2장 및 제3장의 방법에 준하여 시행하였다.

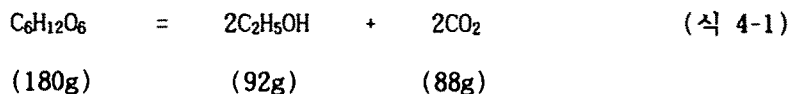
나. 고추장의 팽창도 및 발생개스량 측정

고추장의 팽창도를 구하기 위해 용기에 고추장이 팽창한 부피만큼의 물을 넣고, 물량을 측정하여 체적으로 환산하였다. 개스의 발생량은 개스포집관에 물을 넣고, 개스발생으로 밀려나가는 물량을 측정하여 구하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 고추장에서 효모수의 증가와 ethanol생성량

고추장과 같은 고당-고점성식품에 있어서 개스생성-부풀림현상의 주원인은 주로 효모에 의한 ethanol발효과정에서 부생되는 탄산개스에 의한다는 사실은 여러 연구자의 연구에서 입증된 바 있다(8,9). 이론적으로 포도당에서 생성되는 ethanol과 탄산개스의 량은 다음 반응식에서 이해할 수 있듯이 각각 소비된 포도당량의 1/2에 해당된다.



이 식에 의해 상온에서 1g%의 포도당이 소비되면 0.51g%의 ethanol과 0.49g%의 탄산개스가 발생하고, 탄산개스는 상온, 상압에서 약 250mL의 부

피를 갖게되어 고추장에서는 이러한 부피팽창이 올 수 있다는 이론적 계산이 나온다. 물론 효모에 의한 포도당의 소비량 중에는 상당량이 호기적인 경로를 따라 이용되었으나, 어쨌든 고추장의 팽창정도를 판정함에 있어 알콜농도는 생성된 탄산가스량에 해당함으로 팽창의 정도를 가늠할 수 있는 지표가 될 수 있으며, 아울러서 효모의 생육도를 판정하는 지표로 이용될 수 있다. 따라서 앞의 고추장에 대한 실험에서 알콜농도를 계속적으로 측정할 바 있다.

여기에서는 고추장에 존재하는 가장 대표적인 균종인 Y1균주를 이용하여 균체량과 ethanol 생성량의 관계를 조사하였다. 즉, 121℃에서 10분간 가열살균한 고추장에 Y1효모를 접종하여 25℃에서 숙성시키면서 균체수와 알콜농도를 경시적으로 조사하고, 기포발생에 의한 부풀림현상을 관찰한 결과는 표4-1과 같다.

표4-1. 고추장에서 균체수의 증가와 ethanol생성경과

발효시간 (일)	균체수 (CFU/g)	포도당 (g%)	알콜농도 (g%)	부풀림 현상
0	2.5E5	12.5	<0.10	-
5	4.0E5	12.3	0.10	-
10	3.2E6	12.0	0.12	-
15	6.5E6	11.1	0.38	+/-
20	1.3E7	10.2	0.52	기포발생
25	2.7E7	9.3	0.85	+
30	3.0E8	7.4	1.26	++
35	5.2E8	7.3	1.32	+++
40	2.8E8	7.1	1.32	++

*접종균량: 2.5E5 CFU/g, 배양온도: 25℃, 식염농도: 9%

*부풀림 현상: "-" 무변화, "+" 20-50% 정도 체적증가, "++" 50%이상 체적증가

2. 5E5의 균량으로 출발한 고추장을 25℃에 저장할 경우 20일 후에는 가스 발생의 징후가 보이면서 균체수와 ethanol을 측정한 결과 1.3E7에, 0.52g% 임을 알 수 있다. 이 결과는 제2장 3, 4절의 시험에서도 반복 관찰되었던 사실로 부풀림 현상이 일어나는 고추장은 균체수나 알콜농도가 이 수준을 유지한다고 보아야 한다. 즉, 앞의 실험에서 일반적으로 고추장 담금시의 효모의 균체수는 대략 1E3-1E4수준으로 조사되었으며, 실온에서 담금 2주 후면 1E6정도의 균량에 달하고 다시 1-2주 후면 1E7수준에 이르면서 기포가 발생하였던 사실을 재차 확인하고 있다. 어쨌든 고추장의 숙성초기 단계에서 효모의 증식도는 다른 연구자에 비해 대단히 빠르고, 균체량도 높으며 (8.11.36), 균체수만으로 비교할 때는 김(58)이 탁주에서 보고한 수준이다.

이 결과를 좀 더 명확히 수리적으로 해석하기 위해 표4-1의 자료를 통계 처리한 결과, 각 요인간의 상관관계는 다음과 같이 된다.

$$\text{균의 생육도는 } \log Y = 0.0969X + 5.3117 \quad (4-2)$$

단 X는 경과시간(일)

$$\text{포도당의 소비속도는 } Y = 0.0026X^2 + 0.0620X - 0.1292 \quad (4-3)$$

단 X는 경과시간(일)

$$\text{Ethanol은 생성속도는 } Y = 0.0008X^2 + 0.0148X - 0.0221 \quad (4-4)$$

단 X는 경과시간(일)

$$\text{균체수와 포도당의 소비량은 } Y = 0.1816X^2 - 1.0163X + 0.0875 \quad (4-5)$$

단 X는 균체량(log CFU/g)

$$\text{균체수와 ethanol 생성량은 } Y = 0.0658X^2 - 0.5114X + 0.8355 \quad (4-6)$$

단 X는 균체량(log CFU/g)

포도당의 소비량과 ethanol의 생성량은

$$Y = -0.0001X^2 + 0.2685X + 0.0024 \quad (4-7)$$

단 X는 포도당의 농도(g%)

과 같은 관계식을 얻을 수 있다. 이 식들에 의해서 무균 고추장에서 $2.5E5$ 수준으로 효모를 접종한 경우 고추장이 부풀 시점의 균량 ($1E7$)에 달하는 시일은 대략 17일 소요되며, 약 1.68g%의 포도당이 소비되고, 0.46g%의 ethanol이 생산된다. 균체수와 ethanol 생성량과의 비교에서도 $1.0E7$ 균량에 달하면 0.48g%을 생산하게 되고, 1.70g%의 포도당을 소비하는 것으로 본 자료는 상당히 신빙성이 높다고 생각된다. 한편, 포도당과 ethanol의 관계는 직선적으로 1g%의 포도당이 소비되면 0.27g%의 ethanol이 생성되므로써 mole수로 계산할 때 대략 52%가량의 수율로 이론상 고추장 증에서 효모는 당의 이용을 거의 혐기적 호흡계에 의존하고 있음을 알 수 있다.

나. 액체배지에서 효모수의 증가와 ethanol의 생성량

고추장에서 효모가 생육함에 있어서는 여러 가지 요인이 관여하기 때문에 효모의 생육도와 부풀림 현상과의 관계를 수리적으로 해석함에 있어서는 다양한 시험이 요구된다. 따라서 여기에서는 요인을 단순화하여 보다 기본적인 정보를 얻기 위해 효모용 액체배지에서 균의 증식도와 포도당 소비량, ethanol 및 glycerol 생성량을 비교, 조사한 바 그 결과는 표4-2에서 표4-7과 같다.

1) Y1균주의 생육도와 ethanol 생성량

고추장에서 분리한 내염성 효모인 Y1균주가 식염농도 9%의 배양액에서 균체의 증식도에 따른 포도당의 소비, ethanol 및 glycerol 생성경과는 표4-2와 같다.

표4-2의 자료를 통계처리한 결과,

$$\text{균체수와 포도당의 소비량은 } Y = 2.5849X - 16.5095 \quad (4-8)$$

단 X는 균체량(log CFU/g)

$$\text{균체수와 ethanol의 생성량은 } Y = 1.4084X - 9.4886 \quad (4-9)$$

단 X는 균체량(log CFU/g)

포도당의 소비량과 ethanol 생성량은

$$Y = 0.4907X - 0.3138 \quad (4-10)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

$$\text{Ethanol과 glycerol의 생성량은 } Y = 0.2688X + 0.0310 \quad (4-11)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

표4-2. 균체량의 증가와 포도당의 소비 및 ethanol 생성량

균체수(CFU/mL)	포도당소비량(g%)	Ethanol(g%)	Glycerol(g%)
5.1E6	<0.1	0.06	0.04
5.3E6	1.08	0.05	0.01
5.7E6	1.08	0.06	0.06
4.8E6	0.28	0.06	0.01
4.9E6	1.08	0.01	0.02
4.9E6	1.34	0.02	0.03
4.9E6	<0.1	0.01	0.01
4.4E6	0.82	0.05	0.04
2.1E7	0.55	0.30	0.18
1.8E7	0.82	0.28	0.10
1.3E7	2.39	0.44	0.13
5.2E7	4.17	0.95	0.36
3.6E7	2.53	0.73	0.21
7.3E7	2.75	0.65	0.23
4.6E7	4.36	1.25	0.36
5.7E7	4.17	1.38	0.40
2.8E7	2.97	1.67	0.45
2.7E8	4.71	2.38	0.75
4.6E8	5.06	2.43	0.73
2.4E8	4.89	2.20	0.80
2.1E8	4.71	2.53	0.65
1.6E8	6.55	2.29	0.56
1.8E8	5.38	2.42	0.70
5.9E8	4.89	2.46	0.71
1.8E8	5.06	2.71	0.68
2.0E8	5.54	2.42	0.65
2.3E8	4.71	2.18	0.64
1.0E8	5.69	2.22	0.60
1.7E8	5.22	2.65	0.69

*접종량: 4.5E6, 포도당 10%, 소금농도 9%, 배양온도 25℃

과 같은 관계식을 구할 수 있고, 계산 결과 4.5E6에서 1.0E7균량까지 달하는데 1.69g%의 포도당을 소비하여, 0.38g%의 ethanol을 생성하므로써 알콜 생성율은 37.5%로 고추장의 경우보다 10%이상 낮다. 이러한 차이는 그 만큼 액체배지가 용존산소가 높았다는 데 원인이 있다고 생각된다. 한편 glycerol의 생성량은 ethanol의 30%수준으로 비교적 높은 편이다. 어떻든 이상으로 액체배지에서 조사한 결과도 표4-1의 결과와 유사한 경향을 보이고 있어 표4-1에 의한 자료는 고추장의 팽창도를 예측하는 자료로 일반적으로 사용하여도 큰 무리가 없을 것으로 생각된다.

2) 알콜발효용 효모에서 ethanol 생성량과 탄산가스 발생량의 관계

숙성된 고추장에서 부풀림현상은 간헐적으로 발생하는데, 이것은 이미 숙성된 고추장에는 부풀림현상을 야기시킬만한 충분한 밀도의 효모가 존재하기 때문이다. 따라서 효모를 다량접종하여 증식이 제한된 상태에서 포도당의 소비량과 알콜 및 탄산가스의 생성량과의 관계를 파악하기 위해 대표적인 알콜발효 효모인 *Saccharomyces cerevisiae*를 5.0E8으로 다량접종하고 포도당의 소비 및 알콜류의 생성량과 탄산가스의 발생량을 경시적으로 조사한 결과는 표4-3과 같다.

표4-3에서 볼 수 있는 바와 같이 25℃에서 대략 12시간이 경과하면 배양기의 용적에 해당하는 가스가 발생하였다. 또한, 이 자료를 근거로 배양시간별 포도당의 소비량과 물질의 생성량 등의 상관관계를 구하면

$$\text{포도당의 소비속도 } Y = 0.9759X - 0.6501 \quad (4-12)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = 0.4477X - 0.4579 \quad (4-13)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Glycerol의 생성속도 } Y = 0.0684X - 0.06711 \quad (4-14)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 174.4046X - 380.4536 \quad (4-15)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량과 ethanol 생성량

$$Y = 0.4463X - 0.0790 \quad (4-16)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

포도당 소비량과 탄산가스 발생량

$$Y = 171.1938X - 215.6084 \quad (4-17)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

$$\text{Ethanol 생성량과 glycerol 생성량 } Y = 0.1514X + 0.0066 \quad (4-18)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

$$\text{Ethanol 생성량과 탄산가스 발생량 } Y = 379.7094X - 174.2835 \quad (4-19)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

표4-3. *Saccharomyces cerevisiae*에 의한 ethanol생성과 탄산가스발생속도

배양시간 (시간)	포도당소비량 (g%)	Ethanol농도 (g%)	Glycerol농도 (g%)	탄산가스량 (mL)
2	1.28	0.58	0.09	68
3	2.42	1.24	0.16	190
5	3.24	1.51	0.26	390
6	4.83	1.95	0.29	590
7	6.38	2.23	0.33	790
8	7.86	3.00	0.54	990
9	9.35	3.76	0.57	1,190
10	9.58	4.49	0.67	1,390
11	9.80	4.62	0.70	1,579
12	10.00	4.72	0.71	1,750

*발효조 용적: 2L, 배양액량: 1L, 배양온도: 25℃, 균접종량: 5.0E8CFU/mL, 포도당농도: 10g%

*탄산가스의 용량은 물에 대한 용해도를 보정하지 않은 실측치임.

배양시간에 따른 포도당의 소비량이나 ethanol 및 탄산가스 생성량은 직선적인 관계를 보이는데, 이것은 접종균량이 5.0E8으로 이미 효모의 증식이 한계에 다다른 데에서 온 결과로 생각되며, 대략 균집종 9시간이 경과하면 배양액에 상당하는 체적의 탄산가스가 발생함을 알 수 있다. 소비된 당량에 대한 ethanol의 수율은 72%내외이며, ethanol에 대한 탄산가스의 체적비는 1g에 대해 약 200mL수준이다. 한편, ethanol에 대한 glycerol의 생성비는 15%내외로 앞의 Y1균에 비해서 1/2수준으로 낮아 주목할 필요가 있다.

3) Y1균주의 식염농도별 ethanol 및 탄산가스 생성경과

고추장의 염도를 감안하여 Y1균주를 대상으로 6-24%의 식염농도에서 포도당의 소비, ethanol의 생성 및 그에 따른 탄산가스 발생경과를 조사한 결과는 표4-4와 같다.

내염-내당성 효모인 Y1균주는 식염농도에 따라 차이가 있어 6-12%구에서는 대략 10시간이 경과하면 원 체적의 등량에 상당하는 가스가 발생하고, 18%이상에서는 30시간이 걸린다. 이때 알콜의 농도는 0.7% 내외로 앞의 표 4-1과 더불어 고추장의 가스발생 및 팽창현상을 수리적으로 해석하기 위한 좋은 기초적 자료로 생각된다. 실제적으로 고추장의 부풀림현상은 유통시 소분한 후 대략 2-4시간이면 기포발생이 육안으로 관측되며, 상당수 판매고추장의 분석결과 이미 팽창현상을 유발할 만큼의 효모가 존재하고 있다(표 2-2 참조).

표4-4의 자료를 통계적으로 분석한 결과는 다음식 4-20에서 4-39와 같다. *Saccharomyces cerevisiae*와는 달리 곡선적인 상관관계를 보인다. 이것은 Y1 균주가 식염농도에 적응하기 위한 유도기가 필요한데서 원인이 있는 것 같다.

6% 식염구에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0006X^2 + 0.1234X + 0.6984 \quad (4-20)$$

표4-4. Y1균주의 소금농도별 ethanol생성 및 탄산가스 발생속도

경과시간 (시간)	소금농도 (g%)	포도당감소량 (g%)	ethanol생성량 (g%)	탄산가스량 (mL)
2	6	0.40	0.20	15
	12	0.39	0.20	7
3	6	0.50	0.28	165
	12	0.63	0.26	127
4.5	6	1.23	0.38	215
	12	0.95	0.35	200
5.5	6	1.45	0.41	297
	12	1.17	0.46	302
7	6	1.67	0.59	725
	12	1.39	0.65	580
8	6	1.89	0.61	897
	12	2.21	0.73	634
10	6	2.14	0.69	1,250
	12	2.81	0.93	1,340
24	6	3.25	1.20	1,750
	12	3.40	1.67	1,560
	18	1.39	0.74	400
	24	0.49	0.24	167
30	6	3.83	1.52	2,206
	12	4.21	2.00	1,980
	18	2.21	0.98	1,080
	24	0.76	0.37	350
48	6	5.10	2.17	4,950
	12	5.11	2.65	5,110
	18	3.64	1.50	2,943
	24	1.39	0.53	744
72	6	6.53	2.85	6,650
	12	6.55	3.88	6,860
	18	4.75	2.16	4,834
	24	1.60	0.95	1,427

*발효용기의 용량: 2L, 배양액: 1L, 접종균량: 5.0E8CFU/mL, 포도당 농도: 10g%, 배양온도: 25℃

*탄산가스의 발생량은 물에 대한 용해도를 보정하지 않은 실측치임.

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = -0.0002X^2 + 0.0493X + 0.1819 \quad (4-21)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 94.3466X - 89.6479 \quad (4-22)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol 생성량

$$Y = 0.2452X^2 + 0.2795X + 0.0322 \quad (4-23)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol 생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = 2498.7887X - 763.2039 \quad (4-24)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

12% 식염조건에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0009X^2 + 0.1422X + 0.6215 \quad (4-25)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = -0.0002X^2 + 0.0656X + 0.1563 \quad (4-26)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 98.1047X - 210.5201 \quad (4-27)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol 생성량

$$Y = 0.0579X^2 + 0.1963X + 0.1303 \quad (4-28)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol 생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = 1871.4271X - 672.0979 \quad (4-29)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

18%의 식염농도 조건에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0010X^2 + 0.1660X - 1.9480 \quad (4-30)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = -9.3562X^2 + 0.0382X - 0.1060 \quad (4-31)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = -0.5632X^2 + 146.6006X - 2800.8204 \quad (4-32)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol 생성량

$$Y = 0.0672X^2 + 0.0038X + 0.6174 \quad (4-33)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol 생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = -264.8742X^2 + 3939.8921X - 2427.1061 \quad (4-34)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

24%의 식염농도조건에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0005X^2 + 0.0805X - 1.1068 \quad (4-35)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = 0.0001X^2 + 0.0044X + 0.1040 \quad (4-36)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 0.0840X^2 + 17.7276X - 287.2072 \quad (4-37)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol 생성량

$$Y = 0.5397X - 0.0496 \quad (4-38)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol 생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = -342.2980X^2 + 2221.7403X - 370.9462 \quad (4-39)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

고추장이 부풀기 시작할 때의 ethanol농도는 대략 0.5g%수준이다. 상기의 수식을 이용하여 계산한 결과 5.0E8내외의 효모를 포함한 고추장에서 식염농도별로 이 수준에 도달하는 시간은 다음 표4-5와 같이 예측할 수 있다.

표4-5. 식염농도별 ethanol농도 0.5g% 도달시간

식염농도	6	12	18	24
도달시간(시)	6.45	5.44	15.93	41.87

즉 식염농도간에 상당한 차이가 있는데 6%에서는 6.45시간 비해 12% 5.44시간으로 보다 빠르게 진행되었으며, 24%수준에서도 ethanol의 생성은 인정되어 가스생성을 방지함에 있어 식염에 의존하는 것은 가능성이 없다고 본다.

4) Y 1균주의 pH별 ethanol 및 탄산가스 생성경과

순창 전통고추장의 평균 pH는 5.0내외로 시료에 따라 상당한 차이가 있다. 따라서 pH와 팽창도의 관계를 규명하기 위해 효모용 액체배지를 젖산으로 pH를 보정하여 행한 실험결과는 표4-5와 같다.

표4-3의 자료를 근거로 pH별로 포도당의 소비속도, ethanol 및 탄산가스 발생속도, 포도당의 소비량-ethanol 생성량, 포도당 소비량-탄산가스 발생량 및 ethanol 생성량-탄산가스 발생량간의 상관관계를 구하면 다음 식 4-40에서 4-59와 같다.

pH5.4에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0008X^2 + 0.1259X + 1.0485 \quad (4-40)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{Ethanol의 생성속도 } Y = -2.4213E-5X^2 + 0.0541X + 0.1860 \quad (4-41)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 0.3628X^2 + 68.9189X + 108.1871 \quad (4-42)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol생성량

$$Y = 0.1088X^2 - 0.1062X + 0.3476 \quad (4-43)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = 162.3656X^2 + 1026.4905X - 60.8176 \quad (4-44)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

pH5.0에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = -0.0009X^2 + 0.1366X + 0.9849 \quad (4-45)$$

단 X는 배양시간(시)

Ethanol의 생성속도

$$Y = -6.132768E - 5X^2 + 0.0578X + 0.1743 \quad (4-46)$$

단 X는 배양시간(시)

$$\text{탄산가스 발생속도 } Y = 0.3416X^2 + 71.6578X + 107.9829 \quad (4-47)$$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol생성량

$$Y = 0.1187X^2 - 0.1726X + 0.4295 \quad (4-48)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = 1796.8466X - 498.1978 \quad (4-49)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

pH4.6에서는

$$\text{포도당의 감소속도 } Y = 0.0008X^2 + 0.1349X - 1.1324 \quad (4-50)$$

단 X는 배양시간(시)

표4-6. Y1균주의 pH별 ethanol생성 및 탄산가스 발생속도

경과시간 (시간)	pH	포도당감소량 (g%)	ethanol생성량 (g%)	탄산가스량 (mL)
2	5.4	0.38	0.20	16
	5.0	0.35	0.18	6
	4.6	0.40	0.21	21
	4.2	0.38	0.20	15
4	5.4	1.25	0.38	220
	5.0	1.25	0.35	205
	4.6	1.34	0.46	273
	4.2	1.31	0.45	284
6	5.4	1.49	0.42	476
	5.0	1.36	0.45	501
	4.6	1.52	0.58	505
	4.2	1.48	0.55	538
8	5.4	2.23	0.66	831
	5.0	2.27	0.68	885
	4.6	2.47	0.74	954
	4.2	2.38	0.81	1,028
10	5.4	2.83	0.89	1,169
	5.0	2.87	0.91	1,222
	4.6	2.94	1.04	1,356
	4.2	3.01	1.00	1,321
24	5.4	3.82	1.80	1,964
	5.0	3.71	1.72	1,975
	4.6	3.85	1.94	2,054
	4.2	4.19	2.18	2,166
30	5.4	4.36	1.98	2,258
	5.0	4.32	2.31	2,250
	4.6	4.57	2.50	2,423
	4.2	4.39	2.54	2,402
48	5.4	5.28	3.14	4,650
	5.0	5.34	3.22	4,825
	4.6	5.56	3.46	5,123
	4.2	5.73	3.74	5,367
72	5.4	6.23	3.95	6,850
	5.0	6.24	4.01	6,912
	4.6	6.89	4.11	6,845
	4.2	6.78	4.18	6,832

*발효조 용량: 2L, 배양온도: 25℃, 균집중량: 5.0E8 CFU/mL, 포도당: 10g%

*탄산가스의 용량은 물에 대한 용해도를 보정하지 않은 실측치임.

Ethanol의 생성속도

$$Y = 0.0540X + 0.3406 \quad (4-51)$$

단 X는 배양시간(시)

탄산가스 발생속도 $Y = 96.2364X - 26.2198 \quad (4-52)$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol생성량

$$Y = 0.0723X^2 + 0.0801X - 0.2104 \quad (4-53)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = 1776.7986X - 623.4706 \quad (4-54)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

pH4.2에서는

포도당의 감소속도 $Y = -0.0009X^2 + 0.1464X + 1.0431 \quad (4-55)$

단 X는 배양시간(시)

Ethanol의 생성속도

$$Y = -0.00078X^2 + 0.1107X - 0.0419 \quad (4-56)$$

단 X는 배양시간(시)

탄산가스 발생속도 $Y = 97.0530X + 41.6631 \quad (4-57)$

단 X는 배양시간(시)

포도당 소비량에 대한 ethanol생성량

$$Y = 0.0393X^2 + 0.4231X + 0.2766 \quad (4-58)$$

단 X는 포도당 농도(g%)

Ethanol생성량에 대한 탄산가스 발생량

$$Y = .384.1009X^2 - 155.5133X + 640.4152 \quad (4-59)$$

단 X는 ethanol 농도(g%)

이상의 수식에서 배지의 pH별로 ethanol농도가 0.5%에 도달하는 시간을 계산하면 표4-7와 같다.

표4-7에서 볼 수 있는 바와 같이 효모의 개스생성은 산도가 증가할수록 촉진되는 경향을 알 수 있다. 이 사실은 식품의 보존성을 높히는 방법으로 산저장법이 고추장에서는 효과가 크지 않음을 알 수 있다. 즉, 고추장의 산도는 부풀림 현상을 억제하는 데에 직접적인 영향은 없다.

표4-7. pH별 ethanol농도 0.5g% 도달시간

pH	5.4	5.0	4.6	4.2
도달시간(시)	5.68	5.33	2.95	3.17

다. 고추장의 제법이 개스생성 및 저장성에 미치는 영향

제3장 3절 및 4절에서와 같이 원료의 배합비율을 달리하거나, 전처리공정 및 효모의 인공접종 등 제법을 달리한 고추장의 저장을 비교하기 위해 담금 80일 후에 일정량씩 취하여 부풀림의 정도를 육안으로 관찰하고, 풍미를 조사한 결과는 표4-8에서 표4-10과 같다.

고추장 담금 원료의 배합비율을 달리하였을 경우 수분함량을 제외하고는 부풀림이나 저장성에 미치는 영향은 처리간에 큰 차이를 발견하기 어렵다. 즉, 40-45%의 저수분 고추장은 부풀림 현상이 비교적 낮은 편이며, 저장 중의 풍미 변화도 거의 발견되지 않았다. 그러나 40%와 같은 극단의 조건에서는 숙성이 미진하고, 표면에 사상균이 번무한 경향이 높았다. 소금농도는 18%의 고식염수에서 약간 차이가 있을 뿐 식염농도의 고저는 저장성에 큰 영향을 미치지 않았으며, 메주가루의 첨가량을 높이면 부풀림은 약간 억제되는 경향을 보이거나 15%를 넘으면 메주취가 강해지고 표면에 일반세균의 균개가 일부 관찰된다. 고춧가루 첨가량이 저장성에 미치는 직접적인 영향은 관찰되지 않는다.

표4-8. 원료배합비율을 달리한 고추장의 저장 중 부풀림 및 풍미 비교

원료비율(%)	숙성온도(℃)	부풀림정도	풍미	특기사항
수분함량	15			
40		-	불량	
45		++	양호	
50		+++	극히 양호	산미
55		+++	양호	산미강, 피막효모
60		++	보통	산미강, 피막효모
수분함량	25			
40		-/+	불량	
45		+	보통	
50		+++	양호	
55		+++	보통	산미 강
60		++	불량	산미강, 피막효모
소금농도	15			
6		+++	불량	산미강, 피막효모
9		+++	극히양호	약 산미
12		+++	양호	
15		+++	양호	
18		++	보통	
소금농도	25			
6		+++	불량	산미강, 피막효모
9		+++	보통	
12		+++	보통	
15		++	보통	
18		++	불량	
메주가루	15			
6.7		+++	극히양호	
10		+++	극히양호	
15		+++	양호	약 메주취
20		++	양호	강 메주취
메주가루	25			
6.7		+++	양호	
10		+++	양호	
15		++	양호	메주취
20		++	불량	메주취

(계속)

표4-8 계속

원료비율(%)	숙성온도(℃)	부풀림정도	풍미	특기사항
고추가루	25			
5		+++	양호	
10		+++	양호	
14.4		+++	양호	
20		+++	양호	
25		+++	양호	
엿기름	25			
0		++	양호	
2.2		+++	양호	
4		+++	양호	
6		+++	보통	
물 엿	25			
0		++	양호	
5		+++	양호	
10		+++	양호	
15		++	양호	
20		++	양호	
참 쌀	25			
10		+++	양호	
20		+++	양호	
30		+++	양호	

*소정온도에서 6개월 숙성, 25℃에서 2개월 저장 후 조사임
 *부풀림 정도: "-" 미관찰, "-/+" 징후 관찰, "+" 기포발생, "++" 20-50% 체적증가, "+++ 50-100%체적증가

한편 엿기름의 첨가는 미첨가구에 비해 부풀림 현상이 잦고, 그 정도로 심한 경향을 보이는데, 이러한 경향은 물엿 첨가구에서 일부 관찰되어 5-10%으로 물엿을 첨가하면 부풀림이 심함을 알 수 있다. 그러나 물엿을 15% 이상 고농도로 첨가할 경우에는 약간 억제되는 경향을 보이고, 엿기름의 경우에는 첨가량에 따른 차이는 발견되지 않는다. 결국 엿기름을 이용한 당화는 저장시에 크게 불리하다는 결론을 내릴 수 있다. 참쌀의 침지기간은 저장성과는 무관하다.

숙성온도별 비교에서는 저온숙성구일수록 풍미가 보다 우수하나, 저장 중의 온도변화에 민감하고, 상온저장시에는 부풀림도 심하고, 풍미의 저락이 크다. 따라서 저온숙성 고추장일수록 계속 저온 저장, 유통기구를 필요로 한다. 그러나 저온유통과정에서 부풀림을 방지하기 위한 최저온도는 5℃ 정도로는 효과가 없고, 0℃부근에서만 가능하다.

표4-9. 담금방법 및 숙성온도를 달리한 고추장의 저장 중 부풀림 및 풍미 비교

처 리	숙성온도(℃)	부풀림 정도	풍미	특기상향
맥아당화-자불	15	+++	보통	
	20	+++	보통	
맥아당화-비자불	15	+++	양호	
	20	+++	양호	
맥아 0-비당화	25	+	양호	
맥아2.2%-비당화		+++	보통	
맥아4%-비당화		+++	보통	
맥아6%-비당화		+++	보통	
맥아4%-당화-자불		+++	보통	
20일 침지 찹쌀				
맥아당화-자불	15	+++	보통	
	20	+++	보통	
맥아당화-비자불	15	+++	보통	
	20	+++	보통	
당화 안함	15	+++	보통	
	20	+++	보통	

*소정온도에서 6개월 숙성, 25℃에서 2개월 저장 후 조사

*부풀림 정도: “-” 미관찰, “-/+” 징후 관찰, “+” 기포발생, “++” 20-50% 체적증가, “+++” 50-100% 체적증가

원료의 전처리과정을 달리한 고추장의 저장을 조사한 결과는 표4-8과 같은데, 원료의 살균효과와 가수분해를 촉진할 수 있는 60-65℃에서의 가온당화나, 당화 후 자불 등의 조작은 초기 단계에서는 숙성을 촉진하고, 일부

미생물의 혼입량이 적어 부풀림 현상의 정도가 낮은 경향을 보이거나 시간이 지나면서 이러한 차이는 점차 좁혀지고, 저장 중에는 큰 차이를 발견할 수 없다.

효모를 인위적으로 접종한 경우에는 표4-10에서 볼 수 있는 바와 같이 풍미는 물론 저장성에도 상당히 유의할 만한 점이 보인다. 즉, 단일접종의 경우 미접종구에 비해 부풀림도에 차이가 없거나 풍미가 대단히 불량한데 반해서 혼합접종구는 비교적 풍미도 우수하고, 저장성도 개선되는 경향이 보이는데, 특히, 접종효모의 종류가 다양한 구일수록 이러한 경향은 보다 확실하다. 따라서 풍미의 개선이나 숙성기간의 단축 및 저장성의 개선을 위해 이 분야에 대한 보다 다각적인 연구가 필요하다.

표4-10. 효모를 인공접종한 고추장의 저장 중 부풀림 및 풍미 비교

효모의 종류	부풀림 정도	풍미	특기사항
Y1	+++	보통	
Y10	+++	보통	
D1	+++	불량	
Y1 + Y10	++	보통	
Y1 + D1	++	양호	
Y1 + Y10 + D1	+	양호	

*소정온도에서 6개월 숙성, 25℃에서 2개월 저장 후 조사

*부풀림 정도: "-" 미관찰, "-/+" 징후 관찰, "+" 기포발생, "++" 20-50% 체적증가, "+++ 50-100% 체적증가

라. 소분이 개스생성에 미치는 영향

고추장의 부풀림 현상을 계속적으로 관찰하면 일단 개스발생으로 팽창된 고추장은 일정수준에서 개스발생이 정지되고 휴지상태로 머무른다. 이때 고추장을 재교반하거나 발효조를 흔들어 주면 다시 부풀림이 일어난다. 물론 부풀림 현상은 기온과도 밀접한 연관이 있으나 발효조의 물리적 교란이 주된 요인이라 할 수 있는데 유통을 위한 소분(小分)은 부풀림 현상을 필연

적으로 유발할 수 밖에 없다. 따라서 소분시 개스생성과 연관이 있는 몇 가지 요인들의 영향을 검토하였다.

1) 소분시 첨가당의 종류와 개스생성도

판매용 고추장에서 당함량이 부족할 경우 일부 당을 보충하는 사례가 있는데, 이 경우 첨가되는 당의 종류가 부풀림에 미치는 영향을 파악하기 위해 일정량의 고추장에 포도당, 과당, 맥아당, 설탕, 물엿 및 전분을 10%씩 첨가하여 실온에서 고추장의 팽창도를 측정한 결과는 표4-11과 같다.

표4-11. 소분고추장의 첨가당의 종류에 따른 팽창도(%)

조사기간(일)	당 의 종 류					
	포도당	과 당	맥아당	설탕	전 분	물 엿
1	104	103	103	102	108	113
2	124	117	114	115	141	183
3	164	142	157	138	160	131
4	135	150	118	150	144	125
5	120	121	117	123	130	104
6	127	123	116	123	140	121
7	119	121	118	118	130	121
8	124	124	157	123	136	121

*25℃, 원시료를 100%로 함

실온에서 전시료가 소분 2-3시간이 지나면 기포가 관찰되고, 2-4일 후면 원체적의 50% 이상으로 부풀어 오르는데, 당의 종류간에는 큰 차이는 보이지 않으나 물엿의 첨가시 약간 팽창도가 더 큰 경향이 있다. 한편 일정 부피만큼 팽창한 고추장은 소강상태를 유지하게 되는데 이 때 교반 등으로 원상회복을 시켜주면 재팽창하게 되고, 이러한 현상은 계속 반복된다.

첨가되는 당의 종류별로 보다 장기적인 영향을 파악하기 위해 75일간 성상변화를 관찰한 결과는 표4-12와 같다.

첨가되는 당의 종류에 따른 성상의 변화에 대한 차이는 뚜렷하지 않고, 개스발생도 비슷한 경향을 보인다.

2) 첨가당의 농도와 팽창도

포도당을 15-30%수준으로 첨가하고, 고추장의 중량별로 팽창도를 측정한 결과는 표4-13과 같다.

당의 첨가농도에 따른 초기의 팽창도 차이는 인정되지 않으나 고추장의 량이 적을수록 팽창도가 큰 것을 알 수 있다. 고추장에서 개스발생 효모는 극단의 내삼투압성 효모로 당의 추가 투입은 부플림의 억제나 저장성의 개선에는 큰 도움을 얻을 수 없다. 시판되는 상당수의 전통고추장은 효모의 번무에 의한 당의 손실이 크기 때문에 상품성을 잃지 않기 위해서는 보당이 필요하고, 이 경우 첨가되는 당의 종류나 첨가량에 대한 일정한 규제가 요구된다.

표4-12. 소분고추장의 첨가당별 경시적 성상 비교

경과일수 (일)	조사항목	첨 가 당 의 종 류					
		포도당	과당	설탕	맥아당	물엿	전분
10	pH	4.20	4.20	4.20	4.20	4.21	4.21
	적정산도	18.50	18.20	18.50	19.80	18.30	19.10
	맥아당(g%)	1.53	1.92	1.59	6.74	6.15	1.27
	포도당(g%)	12.53	3.50	8.69	8.13	6.65	4.70
	과 당(g%)	0.87	8.80	6.53	0.58	0.65	0.53
	총환원당(g%)	15.50	14.90	15.90	15.80	15.60	8.90
	Glycerol(g%)	0.88	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72
Ethanol(g%)	2.70	2.65	2.67	2.90	3.10	2.83	
40	pH	4.33	4.31	4.33	4.34	4.35	4.33
	적정산도	18.30	18.50	18.30	18.20	18.50	18.20
	총환원당(g%)	13.70	12.10	13.50	12.70	11.90	9.20
75	pH	4.14	4.13	4.12	4.15	4.20	4.21
	적정산도	19.70	19.80	20.00	19.60	19.40	18.00
	맥아당(g%)	1.73	1.35	1.76	3.78	3.82	3.62
	포도당(g%)	5.21	2.36	4.25	5.68	5.86	5.66
	과 당(g%)	0.77	4.97	5.27	0.19	0.31	0.29
	총환원당(g%)	9.80	11.10	11.40	10.00	10.30	8.40
	Glycerol(g%)	0.75	0.89	0.97	0.43	0.78	0.66
Ethanol(g%)	2.30	2.14	2.62	2.37	2.67	1.67	

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비mL수

표4-13. 당의 첨가농도에 따른 부피팽창도

포도당첨가농도(%)	고추장 무게(g)	부피증가율(%)
15	1000	140
	1500	136
	2000	135
20	1000	159
	1500	159
	2000	146
25	1000	136
	1500	139
	2000	139
30	1000	148
	1500	146
	2000	140

*25℃, 원시료의 부피를 100%로 함

3) 소분되는 고추장의 량과 용기의 크기에 따른 팽창도 비교

고추장의 포장용기는 다양하나 부피의 팽창이라는 점을 고려할때 플라스틱 필름과 같은 신축성 재료에서 도자기와 같은 비신축성 용기로 대별할 수 있다. 비신축성 용기를 고려하여 유리병을 사용하여 고추장의 량과 용기의 크기에 따른 팽창도를 측정한 결과는 표4-14와 같다.

표4-14. 고추장의 량과 용기의 크기에 따른 팽창도 비교

용기의 크기(mL)	고추장 무게(g)	부피증가율(%)
2500	1000	134
	1500	134
	2000	140
5000	1000	117
	1500	130
	2000	135

*25℃, 원시의 부피를 100%로 함

용기가 작고 고추장의 량이 많을수록 부피증가율은 커지는 경향을 보이는 데, 이러한 현상은 용기의 체적이 작으면 표면적이 좁기 때문에 당연한 결과라 생각되나 고추장에서 가스발생에 의한 부피의 증가도는 좀 더 다각적인 면에서 생각할 필요가 있다. 즉, 일차적으로 부피의 증가율은 발생하는 가스량에 좌우되며, 동일한 가스가 발생하여도 고추장의 점도에 따라 가스의 포용도나 팽창율이 다를 수 있고, 같은 크기의 용기라 하여도 수직장방형이나 수평장방형이나 하는 형태에 따라서도 차이가 올 수 있다.

4) 온도별 부피증가비교

15-30℃에서 팽창도를 비교한 결과는 표4-15와 같다.

20-30℃에서 팽창도의 진행경과나 크기에는 뚜렷한 차이가 없다. 이것은 이미 가스생성효모의 밀도가 부풀림을 초래할 수 있는 수준으로 증식에 필요한 시간차가 적은 데에서 온 결과로 생각되는데, 2-3일이면 원체적의 50% 이상으로 부풀어 오르면서 심각한 상황을 연출한다. 15℃에서는 보다 완만하나 일주일 정도면 이 수준에 달하고, 5℃의 냉장고에 보관된 시료도 2주일이면 가스생성에 의한 부피팽창과 점도의 하락이 관찰된다. 따라서 보다 더 낮은 온도에서의 저장 및 유통이 이루어져야 한다.

표4-15. 온도별 부피증가 비교

조사기간(일)	저장 온도(℃)			
	15	20	25	30
1	100	108	117	117
2	100	125	148	140
3	115	167	168	148
4	123	135	185	129
5	139	131	123	156
6	147	125	135	147
7	145	127	123	140
8	147	125	123	121

고추장에서 가스생성은 단순히 상품가치를 하락시킨다는 문제에만 국한되는 것이 아니라 과다한 효모의 번무에 의한 당의 소비량이 높아지면서 풍미를 훼손하는 문제를 동시에 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하는 데에는 여러 가지 방법이 강구될 수 있겠으나 가장 효과적인 수단은 저온저장-저온유통, 즉 cold system을 도입하는 길이다. 이 수단에는 상당한 투자가 필요한데, 동업자간의 협업의 고양과 정부의 장기적인 육성책이 요망되는 부분이다.

5) 소분된 고추장의 수분함량과 부피팽창도 비교

수분함량이 60%인 고추장에 전분을 첨가하여 40-60%로 조절하고, 실온에서 팽창도를 측정하였는데, 초기균량의 차이를 극복하기 위해 일차 부풀림이 일어난 7일 후 재교반하여 평준화시킨 시료의 팽창도를 측정한 결과는 표4-16과 같다.

표4-16. 소분 고추장의 수분함량 팽창도 비교

수분함량	부피 팽창도(%)
40	105
45	147
50	200
55	168
60	123

*25℃에서 4일 후 조사임. 원시료의 부피를 100%로 함

수분함량에 따른 팽창도에는 50%구를 중심으로 뚜렷한 차이를 보여 40-45%의 저수분구나 55-60%의 고수분구의 팽창도는 낮아지고 있다. 가스 발생으로 인한 고추장의 팽창도는 점도에 따라 차이가 있을 수 있는데, 점도는 수분함량에 의존하는 함수로 수분함량이 낮으면 점성이 증가하면서 가스의 포집력은 높아지나 점탄성이 증가하면서 부피팽창에 대한 저항성도 커

지게되고, 수분함량이 높으면 반대의 현상으로 부풀림에 대응하게 된다. 따라서 표4-16의 결과는 이러한 현상의 발현으로 생각하며, 한편 효모의 생리상 고수분 조건에서 더욱 왕성하게 개스를 생산할 것은 자명한 사실로 수분함량이 낮은 고추장이 저장-유통과정에서 보다 유리함을 알 수 있다.

3. 요약

내삼투압성 효모인 Y1균주(*Zygosaccharomyces rouxii*로 동정됨)를 사용하여 9%의 식염농도에서 ethanol발효에 의한 개스발생현상을 수리적으로 해석할 수 있는 자료를 구한 결과 효모의 균체수가 1.0E7에 달하면 0.5g% 내외의 ethanol을 생성하게 되고, 이 때 부생하는 glycerol은 ethanol 생성량의 30%정도이다.

5.0E8 이상의 균체가 존재하면 균체의 증식은 극도로 억제되면서 소비된 당량의 72%정도가 ethanol로 전환되면서 ethanol생성량에 부응하는 탄산개스가 발생하게 되는데 25℃에서 9-12%식염농도에서는 10시간이 경과하면 체적에 상당하는 개스가 발생하고, 18%이상의 고식염농도에서는 30시간이 소요된다. 한편 배지의 산도와 개스생성량의 관계에서 pH4.2-5.4수준에서는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없어 고추장의 산도와 팽창현상은 비교적 무관하다고 할 수 있다.

고추장의 제법이나 숙성조건 등이 저장성이나 개스발생에 미치는 영향을 조사한 결과에서는 원료의 배합비율에서 수분함량이 40-45%로 낮을수록 저장성이 높고, 개스생성량도 낮으며, 식염농도는 15%부근까지는 큰 영향이 없고, 메주가루는 첨가량이 높을수록 개스생성량은 감소하는 경향을 보이거나 과다한 첨가는 풍미는 불리한 면을 보인다. 고춧가루의 첨가량을 높힐 경우는 저장성이나 개스생성에 뚜렷한 영향을 미치지 않으나 숙성초기에 발효경과를 빠르게 진행시키는 경향을 보인다.

엿기름이나 물엿의 첨가는 숙성을 촉진하나 숙성초기에 효모의 생육을 비정상적으로 촉진함으로써 부풀림 현상을 조장하고, 저장성을 저해하여 메주 가루만을 사용한 완만한 발효에 비해 부정적인 결과를 보여 사용을 자제함이 유리하다. 찹쌀의 첨가량이나 장기침지와 같은 처리방법의 차이는 개스 발생이나 저장성과는 무관하고, 엿기름을 사용할 경우 60-65℃의 당화조작이나 당화 후 자발 등의 조작은 저장성에 큰 영향을 미치지 않았다.

효모의 인공접종에서는 속이 다른 균종을 다양하게 접종함이 저장성의 개선에 효과가 있으며, 소분시 첨가되는 당의 종류나 기타 제반 조건은 큰 영향이 없었는데, 소분한 고추장을 20℃-실온에 보관할 경우 2시간, 15℃에서는 3-4일, 5℃의 냉장고에서는 2주일이면 부풀림 현상이 일어나 보다 낮은 온도의 저장이 요구된다.

제 3절 향효모제에 의한 개스생성 억제 및 저장성 개선

전통발효식품이라 함은 역사적 고증을 거친 식품으로 장구한 세월을 거쳐 경험으로 터득된 방법에 의해 그 보존성을 갖추고 있음이 일반적인 견해이다. 따라서 풍미나 보존성 향상을 위해 필요한 원료 외에 여타의 첨가물에 의존한다는 것은 벌써 전통성에서는 떨어져 가고 있음을 의미한다. 그러나 이미 앞 장에서 설명한 바와 같이 전통성의 보존이란 결점을 보완함이 최선의 길이며, 이러한 면에서 순창 전통고추장은 커다란 전환기에 와 있다고 본다. 즉, 생식품 상태로 유통됨으로써 고유의 풍미와 그에 따른 명성을 얻고 있는데, 바로 이 점 때문에 일반 공장 고추장 보다도 심각한 문제에 봉착해 있다. 즉, 전통성을 지키기 위해서는 비가열, 첨가물 불사용의 원칙을 고수하여야 하나 부풀림과 같은 가시적인 상품성의 저락을 막을 효과적인 대책이 없는 현실이다. 물론 이것은 전통발효식품이 갖는 어쩔 수 없

는 한계이기도 해서 소량의 자가소비가 목적인 경우 이러한 문제점은 인내나 폐기라는 방기적 자세로 극복될 수 있겠으나, 유통을 위한 전통고추장의 생산에 있어서는 그러하지 못하다.

문제의 심각성은 전통식품에 대한 고착된 관념의 틀을 탈피하기가 어려운 현실에서 부풀림현상이 유통과정에서 오는 물리적 자극에 기인하며, 이러한 부풀림 현상이 정상적인 발효의 한 과정으로 살균이나 제법의 개선과 같은 소극적인 방법으로는 해결이 쉽지 않다는 데에서 더욱 가중되고 있다.

첨가물은 식품의 저장이나 유통성을 연장하는 가장 효과적인 방법의 하나이다. 비록 전통성에 묶여 있다고는 하나 이 같은 유효한 방법을 외면하기에는 순창 전통고추장이 처해 있는 상황이 너무 심각하다. 그렇다고 무분별한 사용은 의당히 지향되어야 할 것이며, 합리적인 사고로 이것의 사용을 신중히 검토할 필요가 있다고 생각한다.

고추장에 사용될 수 있는 첨가물은 안전성이 보증되고, 풍미를 훼손하지 않아야 함은 기본적인 사항이고 전통성이라는 무형의 심리적 요구까지도 수용될 수 있어야 하기 때문에 선택의 폭은 대단히 좁다.

본 연구에서는 일차적으로 발효식품이 지닌 자체의 내생적 보존성, 즉 젖산이나 알코올발효에서 볼 수 있는 발효과정의 생성물 중에서 저장성을 높힐 수 있는 물질을 검색대상으로 선정하였으며, 이러한 견지에서 ethanol과 식초산을 비롯하여 효모가 생성하는 향효모성 물질을 검색의 대상으로 선정하였다. 한편, 안전성은 물론 풍미면에서 고추장과 친화성을 고려하여 상식하는 식품 중에서 항균성이 있는 겨자나 마늘류 및 그들의 주항균작용물질을 2차적인 선정의 대상으로 하였다.

1. 재료 및 방법

가. 검색물질의 마련

1) 항균성 식품 및 화합물

겨자는 시판품을 구입하여 사용하였고, 마늘은 소정량씩을 유발에서 마쇄하여 첨가하였다. Allylisothiocyanate(allyl-NCS), capric acid alc lauric acid는 ethanol에 용해시켜 첨가하였다.

2) 황기추출물

서 등(59)의 방법에 따라 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge)분말에 -20℃의 acetone로 분별추출하고, acetone을 날려보낸 다음 증류수에 녹여서 사용하였다.

3) 항효모성 peptide의 분리

Pfeiffer (60) 및 Ouchi(61) 등의 방법에 따라 분리하였다. 즉, 고추장에서 분리한 Y8균주(제2장 참조)를 pH5.0으로 조절한 YEP배지에 접종하고, 20℃에서 3일간 배양하였다. 배양액은 4℃에서 원심분리하여 상층액을 모우고, 황산암모늄으로 침전시켜 조단백질액을 모았다. 다음 투석법으로 탈염시키고, 여과한계 10,000Dalton의 한외여과막법으로 농축시켜서 실험에 사용하였다.

나. 검색방법

1) 고추장 즙액

실험의 편의상 고추장에 5배량의 물을 가하여 추출한 액에 포도당 10g%수준, 식염을 9g%수준으로 보정하여 배지를 만들고, Y1균주를 5.0E6수준으로 접종하여 배양하면서 포도당소비량과 ethanol생성량을 측정하여 항균물질의 항균력을 검색하였다.

2) 고추장

제3장 4절의 표3-100에 나와 있는 고추장에 검색물질을 첨가하여 항효모력을 조사하였다.

다. 이화학적 분석

제2장의 방법과 같다.

2. 결과 및 고찰

가. 개스생성억제를 위한 예비검정

예비적인 단계로 고추장추출액에서 시행한 검색결과는 표4-17에서 표4-26과 같다.

1) 겨자 및 allyl-NCS

천연식품 중에 겨자는 뚜렷한 향균성이 있으며, 주성분은 allyl-NCS이다. 고추장추출 즙액을 이용하여 당소비량 및 ethanol생성량을 측정하여 간접적으로 개스발생억제 효과를 검정한 결과는 표4-17 및 표4-18과 같다.

표4-17. 겨자의 개스발생억제효과

조사일수 (일)	조사항목	첨 가 농 도(%)					
		0	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0
5일 후	당소비량(g%)	8.81	8.26	6.46	2.37	1.87	1.30
	알콜농도(g%)	1.15	1.07	0.57	0.45	0.36	0.26
9일 후	당소비량(g%)	8.94	8.47	7.15	4.55	3.80	2.10
	알콜농도(g%)	0.87	0.71	0.35	0.24	0.27	0.21

5일 후 조사에서 무첨가구는 88.1%의 당을 소비하여 1.15g%의 ethanol을 생산한데 반해서 겨자 0.5%첨가로 당소비율은 64.6%로 줄고, ethanol농도는 0.5% 이하로 검출된다. Ethanol의 이 농도는 효모의 증식에 의한 개스생성이 인정되는 수준으로 겨자의 시용한계농도로 볼 수 있다. 9일 후 조사에서도 당의 소비는 늘고 있으나, 알콜의 생성량은 비슷한 경향을 유지하고 있어 겨자의 효과는 지속적인 것으로 생각된다.

표4-18. Allylisothiocyanate의 개스발생억제효과

조사일수	조사항목	첨가 농도(mM)				
		0.1	0.5	1.0	2.0	4.0
5일 후	당소비량(g%)	7.45	6.04	5.80	4.26	0.17
	알콜농도(g%)	1.46	1.22	1.13	1.01	0.85
9일 후	당소비량(g%)	7.60	6.79	5.54	4.71	0.25
	알콜농도(g%)	0.97	0.72	0.71	0.58	0.43

*Allyl-NCS의 용매로 ethanol이 1.0g%로 첨가되었음

당소비량으로 비교할 때 allyl-NCS는 더욱 강한 항균성을 보여 0.1mM의 극히 낮은 수준에서도 효과를 인정할 수 있으며, 4.0mM에서는 거의 완전하게 생육이 억제됨을 알 수 있다. 한편 겨자에서 allyl-NCS의 모화합물인 glucosinolate의 함량은 10mM정도로(48), 본 결과를 표4-17과 비교할 때 겨자 1.0%수준 첨가는 allyl-NCS 1.0mM에 가까운 처리가 되는 바, 두 경우의 측정치가 상당히 근접해 있음을 알 수 있다.

겨자나 allyl-NCS의 항균성은 비교적 오래 전부터 알려져 있는 바로(48) 권 등(49-52)은 allyl-NCS의 항균기작을 연구하는 과정에서 균종간에 선택성이 있어 일반세균의 항균농도가 1.0mM 수준인데 비해 효모나 사상균은 0.1mM이하로 고추장에서 주로 문제가 되는 효모류의 생육억제에 기대를 걸게한다. 안전성의 문제에 있어서도 겨자는 향신료로 오랜 세월 동안 섭취해온 식품이며, allyl-NCS는 겨자의 한 성분이기 때문에 이들의 시용이 위생상의 시비를 불러오지는 않을 것으로 생각한다.

2) Ethanol 및 식초산

Ethanol과 식초산의 첨가 효과는 표4-19 및 표4-20과 같다.

표4-19. Ethanol의 개스발생 억제효과

조사일수	조사항목	첨 가 농 도(%)				
		0	2.0	3.0	4.0	5.0
5일 후	당소비량(g%)	8.81	8.10	7.97	7.41	7.47
	알콜농도(g%)	1.15	2.74	3.31	4.23	4.34
9일 후	당소비량(g%)	8.94	8.50	8.03	8.01	7.71
	알콜농도(g%)	2.87	2.86	3.37	4.45	4.56

당의 소비량으로 비교할 때 ethanol의 첨가는 약간의 5.0%수준에서도 무첨가에 비해 효모의 생육억제효과가 뚜렷하지 않다. 흥미로운 사실은 알콜의 생성량이 당의 소비량과 일치하지 않는다는 점이다. 즉, 5일 후의 당과 알콜농도의 비교에서 5%첨가구의 경우 당의 소비량이나 알콜농도가 4%구와 비슷하여 최초의 첨가량을 제하면 오히려 순생산량은 오히려 감소되었다고 보아야 한다. 이러한 현상은 단순히 생산부진으로 돌리 수도 있으나 타물질로의 전환 가능성도 생각할 수 있다. 어쨌든 효모의 생육과정에서 외부로부터 첨가되는 알콜은 같은 농도라 해도 자체생산의 경우와는 다른 영향을 효모에게 입힐 수 있으며(76,77), 이 때 효모는 발효과정에서 증가하는 알콜농도에 대응하는 수단을 강구할 수 있는 능력이 있다는 추론도 가능하다.

식초산은 0.2%에서부터 상당히 탁월한 억제력을 보여, 기대를 걸게한다. 제2장의 연구에서 Na-acetate를 사용한 결과와 비교할 때 식초산의 효능은 배지의 pH와 밀접한 연관이 있음을 보여 주고 있다. Acetic acid를 비롯한 저급 지방산의 항미성은 이미 알려져 있는 사실로 비해리상태의 산분자만이 균체에 침투할 수 있기 때문에 해리도 이하의 pH에서만 항균력을 발휘할 수 있다(43). Acetic acid의 pKa는 4.63으로 Na-acetate의 처리로는 효과가 없음은 자명한 일이다.

표4-20. 식초산의 개스발생 억제효과

조사일수	조사항목	첨 가 농 도(%)			
		0.1	0.2	0.3	0.4
5일 후	당소비량(g%)	8.27	4.32	2.17	0.56
	알콜농도(g%)	0.62	0.25	0.11	0.05
9일 후	당소비량(g%)	8.65	4.85	2.86	0.94
	알콜농도(g%)	0.75	0.43	0.26	0.14

*NaOH로 배지의 pH를 4.56으로 조정하였음

3) 마늘

마늘의 항균력을 검색한 결과는 표4-21과 같다.

표4-21. 마늘의 개스발생 억제효과

조사일수	조사항목	첨 가 농 도(%)				
		0.1	0.2	0.4	0.6	1.0
5일 후	당소비량(g%)	8.40	7.32	4.16	2.99	1.30
	알콜생성량(g%)	1.23	1.49	0.59	0.50	0.16
9일 후	당소비량(g%)	9.03	8.25	5.99	3.87	2.16
	알콜생성량(g%)	0.73	0.43	0.32	0.24	0.32

0.4%정도의 첨가에서 탁월한 효능이 인정되며, 배양기간이 길어지면서 당의 소비량은 약간 증가하나 알콜농도는 소강상태를 보이므로써 저장성의 향상 가능성도 높음을 알 수 있다.

마늘의 항균성 또한 오래 전부터 관심의 대상이 되어 왔으며(62-64), 선택성도 뚜렷하여 특히, *E. coli*, 나 *Pseudomonas sp.*와 같은 일반세균류나 효모류에 강력하고, 젖산균은 비교적 강한 내성을 보인다(62, 65).

4) 황기추출물

황기추출물의 효능을 검색한 결과는 표4-22와 같다.

0.5%수준에서부터 항균력이 인정되나, 유효한 농도는 1%이상으로 보아야 하겠다. 황기추출물의 항효모성은 서 등(59)이 보고한 바 있는데, 저급의 peptide 성 물질이며, 열이나 기타 산성조건에서도 안정된 화합물이며, 균 종간의 항균성의 비교에서는 *Saccharomyces* sp.에 특히, 탁월한 효능을 보여 실용 가능성이 높다고 생각한다.

표4-22. 황기추출액의 개스발생 억제효과

조사일수	조사항목	첨 가 농 도(%)			
		0.1	0.5	1.0	2.0
5일	당소비량(g%)	6.01	3.27	1.42	1.27
	알콜농도(g%)	0.67	0.42	0.21	0.26
9일 후	당소비량(g%)	6.65	4.13	1.95	1.86
	알콜농도(g%)	0.84	0.37	0.31	0.34

* 첨가농도는 추출시료의 원 무게에 대한 상당량임

5) 효모가 생성하는 항효모성 물질

효모가 생산하는 항효모성 물질은 크게 두가지 방향에서 생각할 필요가 있다. 즉, killer yeast와 같이 효모가 상대효모를 사멸시키기 위해 능동적으로 분비하는 peptide성 독성물질(60, 61, 66-68)과 효모의 생육과정에서 부생하는 생육저해물질을 들 수 있다. 후자의 경우 대표적인 예가 중, 고급의 지방산이다(69-71).

가) Peptide성 물질

Y8균주 배양액에서 분리한 항효모성 peptide물질에 관한 실험결과는 표 4-23과 같다.

Y8균주의 배양액으로부터 분리한 저급 peptide성 물질의 효모생육 억제력은 추출원액량으로 비교할 때 10%수준부터 인정이 되며 감수성은 균종에 따라 약간의 차이가 보인다. 즉, Y1, Y2, Y6, Y8균주는 다른 균주들에 비해 보다 내성을 보여 이들이 모두 *Zygosaccharomyces* sp. 라는 사실과 결부시켜볼 때 분류학적으로 균종간의 거리가 멀수록 효력이 강함을 알 수 있다.

소위 killer yeast가 생산하는 물질에 대해서는 상당한 보문이 있는데 (60, 61, 66-68), 이 물질은 분자량이 10,000 정도되는 peptide로 열에 약하

표4-23. Y8균주가 생산한 peptide성 물질의 항효모능력

균 주	첨 가 농 도(%)			
	10	20	40	60
Y1	++	+	+/-	-
Y2	+++	++	+	-
Y5	+	-	-	-
Y6	++	+	+/-	-
Y8	+++	+++	+	+/-
Y10	+	-	-	-
B	+	+/-	-	-
D1	+	-	-	-
D2	+	-	-	-

*효모용 배지에서 25℃, 5일간 배양

*첨가농도는 효모배양액을 황산 암모늄 침전, 회수시 원배양액에 대한 수준임

*무첨가구에 대비한 증식도는 "-" 비증식, "+" 약간증식, "++" 50% 증식, "+++ 100% 증식

고, glycerol에 의해 상당히 보호를 받는 물질이다(67). 효모는 호기성 미생물로 고추장에서는 표면에 주로 생육한다고 보아야 한다. 그러나 발효라고 하는 혐기적 호흡계가 운영되는 일부 효모에서는 고추장의 내부에서도 생육할 수 있으며, 자연 증식에 의해 자신의 생육을 저해할 수 있는 환경을 조성할 수도 있는데 바로 알콜발효 효모의 경우 ethanol이 대표적인 자가생

산 저해요인이며, killer yeast가 생산하는 항효모성 물질도 여기에 포함된다.

실험과정에서 빈번히 관찰되는 현상의 하나로 배양 중인 효모의 균체수가 1.0-5.0E8수준에 이르면 증식은 정지하고, 발효현상만 진행된다. 이러한 사실은 효모가 증식하면서 미량의 증식억제성 물질을 생산하게 되는데 일정한 균수에 달하면 이 물질의 생산량이 유효농도에 이르게 되어 더 이상 효모의 증식은 중지되는 것으로 생각된다.

나) 저급 지방산

저급 지방산 중에서 capric acid와 lauric acid의 항효모능력을 조사한 결과는 표4-24에서 표4-26과 같다.

표4-24. Capric acid의 항효모능력

균 주	첨 가 농 도(mM)			
	1	2	5	10
Y1	+++	++	+	-
Y2	+++	++	+	-
Y5	++	+	-	-
Y6	+++	+++	+	-
Y8	+++	+++	++	-
Y10	+++	++	+	-
B	+++	+++	+	-
D1	+++	+++	+	-
D2	+++	+++	+	-

*효모용 배지에서 25℃, 5일간 배양

*무첨가구에 대비한 증식도는 "-" 비증식, "+" 약간증식, "++" 50% 증식, "+++ " 100% 증식

Capric acid에 의한 효모의 증식억제는 5mM이상의 농도에서 관찰되며, 10mM에서는 균종에 관계없이 철저하게 억제되고 있다. 중급지방산에 의한 효모의 증식억제는 Laafon-Laafourcade 등이(70) 포도주의 발효과정에서 입

중하였으며, 실제적인 면에서 이들의 함량은 억제효과가 충분한 수준에 있다. 그러나 고추장에서는 전혀 연구된 바가 없다.

같은 저급 지방산이면서 탄소수가 2개 더 많은 lauric acid의 단독효과 및 capric acid와의 혼합시용효과는 표4-25와 같다. Lauric acid의 경우 10mM수준까지 거의 항균성을 인정할 수 없다. 그러나 capric acid와의 혼합시용은 탁월한 항균력을 발휘하여 양자를 1mM수준으로 혼합하여도 효모의 증식을 50%이상 억제시킬 수 있으며, 5mM씩의 혼합시용으로는 증식이 완전 억제되어, 유망한 항효모제로의 응용에 기대를 모으고 있다.

표4-25. Lauric acid의 단독시용 및 capric acid와의 혼합처리에 의한 항효모능력

군 주	처 리			
	A	B	C	D
Y1	+++	+++	+	-
Y2	+++	+++	+	-
Y5	++	++	-	-
Y6	+++	+++	++	-
Y8	+++	+++	+	-
Y10	+++	++	-	-
B	+++	+++	+	-
D1	+++	+++	+	-
D2	+++	+++	+	-

*효모용 배지에서 25℃, 5일간 배양

*처리 A: lauric acid 5mM, B: lauric acid 10mM, C: lauric acid 1mM + capric 1mM, D: lauric acid 5mM + capric acid 5mM

*무첨가구에 대비한 증식도는 "-" 비증식, "+" 약간증식, "++" 50% 증식, "+++" 100% 증식

6) 복합처리 효과

Allyl-NCS를 주첨가제로 하고 향기나 마늘을 부첨가제로 하여 조합처리한 결과는 표4-26과 같다.

표4-26. 복합처리에 의한 가스발생억제효과

조사일수	조사항목	처 리					
		A	B	C	D	E	F
5일	당소비량(g%)	4.33	2.10	1.96	4.16	5.75	1.92
	알콜생성량(g%)	1.09	0.92	1.07	0.93	1.07	1.00
9일 후	당소비량(g%)	5.67	2.77	2.84	5.64	6.49	2.59
	알콜생성량(g%)	0.68	0.57	0.73	0.73	0.72	0.77

*A: A-NCS 0.5mM + 황기 0.5% + 마늘 0.2%, B: A-NCS 1.0mM + 황기 1% + 마늘 0.1%, C: A-NCS 1mM + 황기 1% + 마늘 0.2%, D: A-NCS 0.5mM + 황기 0.5% + 마늘 0.5%, E: A-NCS 0.5mM + 황기 0.5%, F: A-NCS 1.0mM + 황기 1.5%

Allyl-NCS의 사용농도를 낮추고, 보다 확실한 항균효과를 얻기 위한 복합 처리 결과는 단독시용에 비해 억제효과가 약간 상승된 경향이 있으나 처리 간에는 뚜렷한 효능의 차이가 보이지 않는다.

나. 항효모제에 의한 저장성 개선 효과

이상의 예비실험 결과를 토대로 고추장의 저장성에 미치는 영향을 조사한 바 표4-27에서 표4-35와 같다.

1) 가스생성이 고추장의 품질에 미치는 영향

제3장 제5절의 표3-99에서 볼 수 있는 바와 같이 고추장에서 여건이 허락 하는 한 효모의 계속적인 증식은 무한적으로 가능하여 당이 완전히 소진될 때까지 진행된다. 효모에 의한 ethanol의 생성도 계속되나 4-5%의 한계를 넘지 않으며, ethanol의 2차산물인 식초산의 농도도 최고 0.5%수준을 넘지 않아 산미의 증가로 풍미가 저락할 위험은 크지 않다. 식초산은 해리도가 낮고, 휘발성이 강하면서 알콜등과의 재결합으로 방향성 물질을 생산하는 등 고추장의 풍미를 증진하는 데에 긍정적인 있는 면이 있다. 따라서 산미의 증가는 식초산 보다는 오히려 젖산이나 succinic acid등과 같은 불휘발

산의 농도에 더 좌우될 것으로 생각된다(1.38).

고추장의 부풀림을 야기하는 개스의 주체는 알콜발효과정에서 부생하는 탄산개스가 대부분으로 이 또한 고추장의 풍미나 저장성과는 무관한 물질이다. 결국, 개스발생이 고추장의 품질이나 저장성에 미치는 영향은 심한 당의 소비 외에 또 다른 뚜렷한 징후는 발견되지 않았다.

2) 겨자 및 allylisothiocyanate 효과 검정

고추장에 겨자나 allyl-NCS를 첨가하고 실온에서 2개월간 저장하였다가 식품학적 제반 특성 및 팽창도를 조사한 결과는 표4-27 및 표4-28과 같다.

당의 소비나 ethanol생성량이나 육안관찰 결과등으로 비교할 때 겨자 2.0%, allyl-NCS 1.0mM 이상에서 약간 균의 생육억제가 인정되나 전처리구

표4-27. 겨자의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	겨 자 첨 가 량(%)					
	0	0.1	0.5	1.0	2.0	4.0
pH	4.52	4.50	4.51	4.51	4.44	4.63
적정산도	26.40	27.20	26.60	26.70	27.30	25.90
포도당	8.48	8.50	9.00	9.65	9.78	9.85
총환원당	9.72	9.85	10.01	10.22	10.35	10.59
젖산	0.77	1.24	1.05	1.25	1.53	1.44
식초산	0.32	0.35	0.21	0.11	0.13	0.10
Glycerol (g%)	1.10	1.10	0.87	0.50	0.20	0.25
알콜농도(g%)	2.17	2.36	1.25	1.25	0.42	0.35
팽창도	+++	+++	+++	+++	++	+

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20 - 40% 부피팽창, "++" 40 - 60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

표4-28. Allylisothiocyanate의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	A-NCS첨가량(mM)				
	0.1	0.5	1.0	2.0	5.0
pH	4.56	4.56	4.61	4.76	4.86
적정산도	25.60	25.60	24.10	20.40	17.90
포도당	8.49	8.89	10.56	10.55	11.43
총환원당	9.99	10.00	12.18	12.82	12.23
젖산	0.63	0.54	0.72	0.86	0.78
식초산	0.32	0.32	0.25	0.14	0.07
Glycerol(g%)	1.25	1.00	0.65	0.46	0.46
알콜농도(g%)	2.40	2.10	1.40	0.56	0.42
팽창도	+++	+++	+++	++	++

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++ 60-100% 부피팽창

에서 정도에는 차이가 있으나 개스발생으로 부풀림이 일어나 예비실험 결과(표4-17, 18)와 상당히 효과가 낮음을 알 수 있다. 본 실험농도 이상의 사용은 allyl-NCS의 자극적인 맛과 냄새로 인해 고추장의 풍미를 손상시킬 위험이 있어 실용적인 면에서 회의적인 결과가 나왔다고 본다.

화학적으로 alkenyl-NCS계통의 화합물은 ethanol 존재하에서 ammonia나 amine류를 만나면 분자구조에 상응하는 thiourea로 전환되고, thiourea는 항균성이 대단히 낮다(72). 고추장의 특성상 첨가된 allyl-NCS가 thiourea로 전환될 가능성은 대단히 높아서 겨자나 allyl-NCS의 첨가는 루여 초기에 제한적인 효과를 볼 수 있다고 생각된다.

3) 마늘

마늘에 대한 실험결과는 표4-29와 같다.

표4-29. 마늘정유의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	마늘첨가량(%)			
	0.5	1.0	2.0	4.0
pH	4.55	4.59	4.55	4.58
적정산도	25.60	24.70	25.00	24.80
포도당	7.23	8.31	9.98	10.46
총환원당	9.79	10.87	11.34	12.25
젖산	0.79	0.71	0.84	0.41
식초산	0.35	0.25	0.21	0.14
Glycerol(g%)	1.67	1.25	1.34	0.90
알콜농도(g%)	2.38	3.12	1.37	1.62
팽창도	+++	+++	+++	+++

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

마늘에 관한 실험결과도 예비실험에서와는 달리 고추장의 부패를 방지하기에는 한계가 있음을 보여주고 있다. 이러한 결과는 마늘을 첨가한 고추장의 숙성경과를 보고한 신 등(36)의 보고에서도 볼 수 있는 바와 같이 균총의 변화에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 다만 풍미의 증진이나 초기의 항균작용에 약간의 기대를 걸 수 있다.

4) Ethanol 및 식초산

Ethanol에 관한 실험결과는 표4-30 및 표4-31과 같다.

Ethanol의 투여는 즙액의 경우에서 보다도 월등 효과적임을 보여주고 있는데 4%이상의 농도를 유지할 경우 개스생성을 거의 완벽하게 억제하여 대단히 높은 실용가능성을 보여 주고 있다. 이러한 결과는 이 등(73), 이 등(74)이 고추장이나 된장에 대한 실험결과에서도 입증한 바 있다.

Ethanol에 의한 효모의 생육억제에 대한 기작은 정확히 밝혀진 바가 없으나 발효과정에서 부생하는 물질이나 온도감수성등 제반 환경조건이 복합적으로 관여하는 것으로 추정하고 있다(75,76). 고추장에서 개스발생 효모류

는 모두 강한 알콜내성을 지니고 있어 10% 내외에서도 생육할 수 있다. 그러나 본 실험결과 4-5%수준의 ethanol 첨가로 효모의 생육이 상당히 억제되었음을 알 수 있는데, 이러한 현상을 설명하기 위해서는 보다 구체적인 연구가 필요하며, 일단은 Pamment 등(77)의 설명에 따르면, 첨가된 ethanol에 의해 효모세포 내외의 균형이 깨어지는 데에 원인이 있는 것으로 추정할 수 있다.

표4-30. Ethanol의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	Ethanol 첨가량(%)				
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
pH	4.54	4.63	4.75	4.83	4.90
적정산도	25.20	22.10	22.60	20.40	20.50
포도당	8.90	9.23	9.85	10.67	11.69
총환원당	10.00	10.24	11.04	12.10	12.28
젖산	0.71	0.64	0.51	0.34	0.17
식초산	0.32	0.54	0.52	0.51	0.45
Glycerol(g%)	1.03	0.78	0.39	0.24	0.11
알콜농도(g%)	2.55	2.58	2.01	2.18	2.25
팽창도	+++	+++	++	+/-	-

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*알콜농도는 초기 투여농도를 보정하지 않았음

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++ " 60-100% 부피팽창

어떻든 4-5%정도의 ethanol를 첨가하므로써 개스발생을 효과적으로 억제할 수 있음은 사실이나 고추장의 ethanol농도가 이 수준을 유지할 경우 식품위생법상 논란의 소지가 있다. 그러나 표4-31에서 볼 수 있는 바와 같이 첨가된 ethanol은 빠르게 소실되어 실용상으로 큰 문제는 없을 것으로 생각된다. 즉, 고추장에 첨가된 ethanol은 25℃에서 약 2주일 후면 첨가시의 농도까지 하강함을 알 수 있으며, 앞의 제반 실험 결과에서도 고추장의

ethanol농도는 효모의 증식도에 따라 차이가 있을 수 있겠으나 효모의 무한 증식을 허용한 경우에도 일정수준을 유지함을 밝힌 바 있다. 실제 전통고 추장의 분석치로도 3%내외의 수준을 유지하고 있다.

표4-31. 고추장에서 ethanol의 소실경과(25℃)

고추장	조 사 시 기(일)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
A	5.24	4.89	4.52	4.08	3.56	3.34	3.21	2.84
B	5.95	5.01	4.75	4.11	3.73	3.56	3.22	3.04
C	4.87	3.64	3.51	3.24	3.04	2.89	2.56	1.96

*ethanol 첨가량 3%

고추장의 저장성에 미치는 식초산의 영향은 표4-32와 같이 대단히 유효함을 알 수 있다.

표4-32. 식초산의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	식초산 첨가량(%)				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pH	4.55	4.67	4.62	4.51	4.50
적정산도	25.40	25.00	23.70	22.40	21.20
포도당	8.92	9.38	10.26	12.04	12.22
총환원당	10.33	11.07	12.18	13.13	13.80
젖산	0.58	0.74	0.65	0.71	0.49
식초산	0.35	0.46	0.42	0.47	0.56
Glycerol(g%)	0.89	0.64	0.25	0.35	0.21
알콜농도(g%)	1.95	1.24	0.43	0.21	0.22
팽창도	+++	++	+/-	-	-

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

식초산 농도가 0.3%로 첨가되면 현저하게 가스발생이 억제되며, 그 이상의 농도에서는 거의 완벽하게 보존할 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 제3장에서의 실험결과를 해석함에 있어 일부 고추장에서 부풀림 현상이 제한되는 경우 식초산의 농도에 유의할 필요가 있다. 그러나 식초산의 증가는 필연적으로 산미가 강한 고추장을 생산하게 되며, 또한, 지금까지의 연구결과로는 인위적으로 식초산의 생성을 촉진할 수 있는 요인이 규명되지 못해 해결해야 할 숙제로 남는다. 다만 그림4-1에서 볼 수 있는 바와 같이 젖산에 비해 낮은 식초산의 해리도를 감안할 때 제법이나 숙성조건 등에 보다 면밀한 연구가 진행되어 식초산의 생성량을 높일 수 있다면 보다 유효한 보존수단이 될 것으로 생각되며, 이러한 방법이 개발되기까지는 일단 0.3-0.4% 정도의 첨가를 권장한다.

식초산을 비롯한 propionic acid와 같은 휘발산의 항균작용은 이미 알려진 사실로(52) 빵류 등에 방미제로 쓰이고 있다. 그러나 이 들은 모두 자극적인 냄새를 지니고 있어 사용에 한계가 있다. 다만 식초산의 경우 주생성원이 알콜발효의 부산물이며, 위생적으로 안전한 화합물이기 때문에 사용을 적극 권장할 가치가 있으며, 풍미면에서도 권(78)은 침채류의 숙성조건과 유기산의 조성에 관한 연구에서 젖산에 대한 식초산의 조성비가 높을수록 우수한 제품을 생산할 수 있다고 보고한 바 있어 풍미와 보존성을 개선하는 목적에서 금후의 연구가 기대된다.

식초산의 항균작용은 고추장의 산도에 영향을 받으므로 NaOH용액으로 pH를 4.49에서 5.16사이로 보정한 고추장에 0.4g%농도로 식초산을 처리하여 산도에 따른 보존효과의 차이를 조사한 결과는 표4-33과 같다.

식초산의 항균작용은 pH에 따라 뚜렷한 차이를 보이고 있어 pH4.6-4.8 사이가 경계선임을 알 수 있다. 따라서 식초산을 사용할 경우에는 고추장의 pH를 조사하여 이 수준에 맞출 필요가 있다.

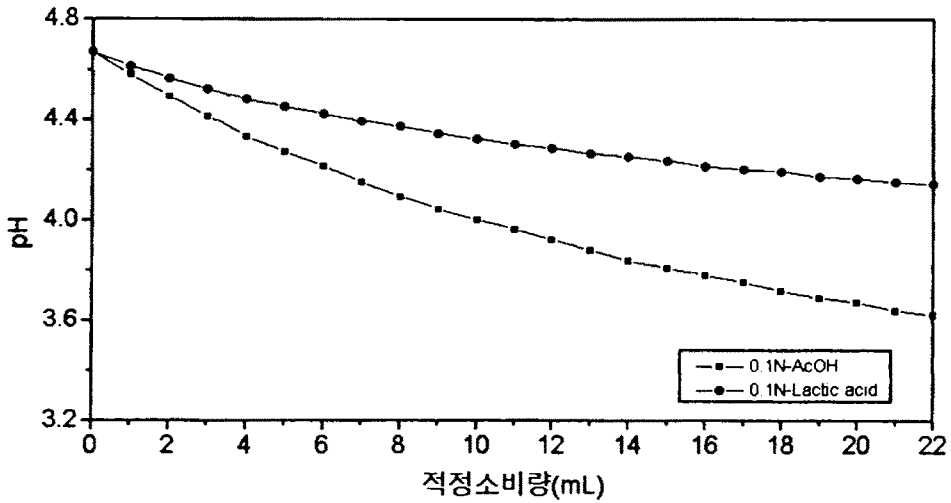


그림4-1 고추장에서 젖산과 식초산의 적정곡선

표4-33. 고추장의 pH에 따른 식초산의 효과(2개월 후)

조사항목	고추장의 초기 pH				
	4.49	4.63	4.78	4.95	5.16
pH	4.65	4.62	4.56	4.52	4.54
적정산도	25.00	24.70	23.60	21.40	21.60
포도당	10.52	9.84	9.96	28.24	8.25
총환원당	11.27	10.95	10.13	9.98	9.45
젖산	0.85	0.74	0.68	0.91	0.86
식초산	0.23	0.24	0.30	0.34	0.31
Glycerol(g%)	0.54	0.68	0.65	0.88	1.02
알콜농도(g%)	0.21	0.39	0.35	0.58	2.23
팽창도	-	-	+	++	+++

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++ 60-100% 부피팽창

5) 황기추출물

황기추출물의 효과는 표4-34에서와 같이 본 실험조건에서는 거의 실용성을 찾을 수 없다.

표4-34. 황기추출물의 첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	황기추출액 첨가량(%)			
	0.1	0.25	0.5	1.0
pH	4.54	4.54	4.52	4.51
적정산도	25.40	25.60	26.30	26.50
포도당	6.90	6.75	7.06	6.90
총환원당	9.66	9.59	9.72	9.81
젖산	0.58	0.74	0.63	0.58
식초산	0.24	0.27	0.31	0.28
Glycerol(g%)	1.64	0.97	1.33	1.08
알콜농도(g%)	2.36	1.98	2.13	2.27
팽창도	+++	+++	+++	+++

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

6) 겨자, 마늘 및 황기의 복합처리 효과

겨자와 마늘류를 혼합하여 처리한 결과는 표4-35와 같다.

표4-35. 겨자, allyl-NCS, 마늘 및 황기의 혼합첨가가 고추장의 저장성에 미치는 영향(2개월 후)

조사항목	처 리						
	A	B	C	D	E	F	G
pH	4.59	4.60	4.76	4.54	4.52	4.57	4.47
적정산도	24.30	24.10	19.30	27.10	25.40	24.00	27.20
포도당	8.38	8.49	8.10	8.69	8.69	8.98	7.23
총환원당	9.09	10.96	8.80	10.71	10.96	10.74	8.62
젖산	0.65	0.62	0.57	0.64	0.61	0.48	0.63
식초산	0.23	0.25	0.25	0.21	0.23	0.20	0.21
Glycerol(g%)	0.95	0.76	1.90	0.24	0.99	0.53	2.73
알콜농도(g%)	1.84	1.34	2.84	1.04	1.10	0.52	2.10
팽창도	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

*A: 겨자 0.5%+마늘 0.5%, B: 겨자 1.0%+마늘 1.0%, C: A-NCS 0.5mM+마늘 0.5%, D: A-NCS 1.0mM+마늘 1.0%, E: A-NCS 0.5mM+마늘 0.5%+황기 0.5%, F: A-NCS 1.0mM+마늘 1.0%+황기 1.0%, G: EtOH 겨자추출액(동량농도) 1.0%첨가수준

*적정산도는 0.1N-NaOH 소비 mL수

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

제반 조사결과에서 물질의 함량이나 풍미에는 약간의 차이가 있으나 모든 처리구에서 가스발생이 공통적으로 일어나 실용성이 없다.

다. 유망 첨가제의 확인실험

이상의 검색물질을 대상으로 실용화를 위한 확인실험 결과는 표4-36에서 표, 4-38과 같다.

1) 단독시용 효과

최종 선발된 대상물질의 단독시용 효과는 표4-36과 같다.

표4-36. Ethanol, 식초산 및 저급지방산의 단독시용 효과(2개월 후)

처 리	조 사 항 목				
	pH	총환원당(g%)	알콜농도(g%)	팽창도	풍미
무처리	4.89	8.98	2.32	+++	보통
EtOH(g%)					
1	4.89	9.03	2.51	+++	보통
3	4.89	9.98	2.64	++	보통
5	4.89	11.28	2.95	-	보통
식초산(g%)					
0.1	4.69	8.67	2.47	+++	보통
0.2	4.48	9.88	1.92	++	보통
0.3	4.43	10.24	0.38	+	보통
0.4	4.36	12.05	0.25	+/-	산미
0.5	4.19	12.45	0.28	-	산미
Na-식초산염(g%)					
0.5	5.05	8.75	2.64	+++	보통
1.0	5.12	8.64	2.33	+++	보통
젖산(g%)					
0.5	4.23	8.74	2.58	+++	산미
1.0	3.92	8.82	2.51	+++	산미
1.5	3.67	8.74	2.61	+++	산미
Capric acid(mg%)					
5	4.85	8.83	2.24	+++	보통
10	4.86	8.64	3.01	+	보통
Lauric acid(mg%)					
5	4.86	8.49	2.15	+++	보통
10	4.86	8.23	2.87	+++	보통
효모배양액(%)					
10	4.86	8.62	2.41	++	보통
20	4.86	9.63	1.07	+	보통

*pH는 첨가시의 측정치임

*GIS는 효모배양액의 황산암모늄 침전, 회수물임

*팽창도 "-" 가스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++ 60-100% 부피팽창

효과가 인정되어 선발된 물질 중에 ethanol은 4-5%, 식초산은 0.3-0.5%수준에서 강한 항균효과를 보였고, capric acid 10mg% 및 효모배양액의 peptide성 추출물에서 약간의 효과가 인정된 것 외에는 뚜렷한 유의점이 발견되지 않는다.

2) 복합시용 효과

표4-35의 물질들을 혼합하여 사용한 효과는 표4-36 및 표4-37과 같다.

표4-37. 복합시용 효과(1차, 2개월 후)

처 리	조 사 항 목				
	pH	총환원당(g%)	알콜농도(g%)	팽창도	품미
EtOH 2g%					
+ AcOH 0.3g%	4.58	9.24	1.05	+	보통
3+ AcOH 0.2	4.52	9.11	2.48	+	보통
3+ CA 5mg%	4.57	8.25	2.61	++	보통
3+ LA 5mg%	4.48	8.07	2.45	++	보통
2+ AcOH 0.2					
+ CA 0.3mg%					
+ LA 0.3mg%	4.58	8.67	1.33	++	보통
2+ AcOH 0.2					
+ CA 0.5mg%					
+ LA 0.5mg%	4.52	9.25	0.64	++	보통
2+ AcOH 0.2					
+ CA 1.0mg%					
+ LA 1.0mg%	4.62	9.38	0.55	++	보통
2+ AcOH 0.2					
+ CA 3mg%					
+ LA 3mg%	4.63	10.65	0.42	+	보통
1.4+GIS 10%	4.51	8.36	2.10	+++	보통
2.6+GIS 20%	4.57	10.59	0.43	+	보통
2+ AcOH 0.2					
+GIS 10%	4.55	10.82	0.28	+/-	보통
2+ CA 1mg%					
+ LA 1mg%	4.50	8.36	1.68	+++	보통
Na-AcOH 1g%					
+ 젖산 1g%	4.51	9.99	0.45	-	산미

*팽창도 "-" 가스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

*CA(capric acid), LA(lauric acid), GIS는 효모배양액의 황산암모늄의 침전, 회수물임

전반적으로 단독시용의 경우보다 혼합하여 첨가하므로써 항균효과는 증진되었으며, 혼합되는 화합물의 종류가 다양할수록 보다 낮은 사용농도에서 높은 효과를 기대할 수 있었다. 특히 ethanol 3%, 식초산 0.2-0.3%, capric acid 3mg%, lauric acid 3mg%의 조합이 가장 유망할 것으로 보인다. 따라서 이 결과를 토대로 표4-38과 같은 조합으로 최종시용 조건을 검토하게 되었다.

표4-38. 복합시용 효과(2차, 2개월 후)

처 리	조 사 항 목				
	효모수	총환원당(g%)	알콜농도(g%)	팽창도	품미
EtOH 5g%	4.6E6	11.53	2.95	-	보통
EtOH 1.8 + AcOH 0.4g%	3.2E5	11.04	0.42	-	보통
EtOH 4.0 + AcOH 0.3	4.5E6	11.58	2.36	-	보통
EtOH 1.8 + AcOH 0.3 + CA 5mg% + LA 5mg%	2.8E5	11.80	0.23	-	보통
EtOH 4.0 + CA 10mg% + LA 10mg%	6.4E6	10.51	2.18	-	버터취

*팽창도 "-" 개스발생 무, "+" 20-40% 부피팽창, "++" 40-60% 부피팽창, "+++" 60-100% 부피팽창

*CA(capric acid), LA(lauric acid)

모든 처리구가 개스생성억제나 보존성 면에서 소기의 효과를 보이거나 품미를 고려할 때 ethanol 4g%에 식초산 0.3g%의 혼합시용이나 capric acid 3mg%에 lauric acid 3mg%를 첨가하면 낮은 농도에서 확실한 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 요약

겨자나 allyl-NCS, 마늘 등 항균성이 있는 식품의 사용은 고추장이라는 특수한 상황에서는 실용적인 면에서 사용에 한계가 있으며, ethanol 4-5%, 식초산 0.3-0.5%수준에서 개스생성이나 저장성의 향상에 효과가 있음이 밝혀졌다. 특히 이들은 단독사용 보다 혼합하여 첨가함으로써 사용농도를 더욱 낮출 수 있고, 저급지방산으로서 capric acid 와 lauric acid 각 3mg% 정도의 첨가로 효능을 높일 수 있었다. 한편 식초산의 사용시에는 고추장의 산도를 pH4.6-4.8범위로 맞출 필요가 있고, 첨가된 ethanol은 빠르게 소실되기 때문에 위생법상의 문제는 크지 않다고 본다.

제 4절 Ohmic heating에 의한 개스발생억제 및 저장성 개선

우리의 중요한 전통식품인 고추장의 상품화를 위해서 해결해야 할 가장 큰 문제점은 보존성 향상이다. 현재 고추장의 살균에는 AAM식 연속살균기를 이용한 저온 살균법과 술빈산, 에틸알콜 등의 약제 첨가법이 사용되고 있다. 재래 가열방법에 의한 살균법은 탄내의 발생, 퇴색, 조직의 손상등 품질저하를 야기시킨다. 알콜 등 보존제를 첨가하는 방법은 단백질의 변성 등 품질 저하뿐만 아니라 보존기간이 매우 제한적이며 또한 보존제를 첨가하지 않은 천연식품을 선호하는 최근 소비자들의 의식 변화를 고려해 볼때 바람직한 방법은 되지 못한다.

식품의 가열에는 일반적으로 온도차를 driving force로 하는 열전달에 의한 가열방법이 사용되어 왔다. 점도가 낮은 액상 식품의 경우 HTST, UHT살균법 등으로 가열공정에서의 열에 의한 품질 손상을 효과적으로 최소화 할 수 있으나, 고점도의 페이스트상 식품이나 고형물을 함유한 식품은 전도전

열에 의하여 가열하는데 많은 문제점이 있다(79,80). 이러한 문제점을 해결하기 위한 가열방법으로 대표적인 것은 microwave에 의한 가열과 ohmic heating이다. Microwave가열은 투과 깊이에 한계가 있기 때문에 불균일한 가열이 일어나는 문제점이 있는데 반하여 ohmic heating은 식품내부에 온도 구배가 생기지 않고 균일하게 가열되며, 액체와 고체가 동시에 가열됨과 동시에 피가열식품이 가열면과 직접적으로 접촉하지 않기 때문에 기계적 교반이나 혼합 등이 전혀 필요 없는 등 여러 가지 장점을 가지고 있다.

고추장은 고점도의 페이스트상 식품이므로 열 교환기를 이용한 가열이 곤란하고 열전달계수가 작기 때문에 장시간 가열이 요구된다. 따라서 튜브식 열교환기에서 연속살균이나 회전식 살균장치에서 살균할 때 가열표면에서 과잉가열에 의하여 가열취, 갈변 반응에 의한 변색 등으로 품질의 손상이 문제되고 있다. 이와 같은 점을 고려해 볼 때, 고점성 식품인 고추장을 ohmic heating하면 짧은 시간에 급속한 고온 가열이 가능하므로 품질손상을 최소화시킬 수 있으며 장치가 간단하며 에너지 효율이 높으므로 실용성이 매우 크다.

Ohmic heating이란 주파수 100,000Hz 이하의 장파를 이용하여 전기적에너지를 열에너지로 전환하는 방법이며, 전기 난방기구 등의 발열원리와 같다. 전기를 통할 수 있는 물질의 양끝에 전극을 접촉시키고 전기를 흘려 보내면 전위차가 낮아지는 방향으로 전기가 흐르게 된다. 전기의 흐름이란 전자의 이동이며, 전자를 이동시킬 수 있는 매체가 필요하다. 이러한 전하이동매체는 금속과 같은 전도성 물질에서는 자유전자이지만, 식품의 경우 식품내부에 존재하는 자유전자의 수는 극히 적다. 따라서 주된 전하이동매체는 이온들과 극성분자들이다. 이러한 전하이동매체의 이동을 방해하여 전기가 흐르는 것을 방해하는 저항이 존재하며 이러한 저항이 전하이동매체가 가지고 있는 전기에너지를 열에너지로 변환시키게 되며 이때 발생한 열을 이용

하여 식품을 가열하는 것이 ohmic heating의 기본 원리가 된다.

Ohmic heating시의 발생열량(Q)은 다음과 같은 식으로 표시된다.

$$Q=VI=I^2R=E^2k$$

여기서 V는 전압(V), I는 전류(A), R은 저항(Ω), E는 전기장의 세기(V/m)이며 k는 전기전도도(S/m)을 나타낸다. 위 식에서 알 수 있는 것처럼 발생 열량은 전압과 전기전도도에 비례함을 알 수 있다.

본 연구는 ohmic heating system을 고추장의 보존성 향상을 위한 가열 살균 방법에 적용하기 위하여 고추장의 ohmic heating가열특성을 규명하고 고추장내에 존재하는 미생물의 사멸효과를 조사하였다.

1. 재료 및 방법

가. Ohmic heating system의 구성

본 연구를 위하여 실험용 ohmic heating system을 자체 구성하였다. 주파수 발생기(Philips, PM5191, France)와 증폭기(NF electronics, 4510, Japan)를 이용하여 최대 20kHz의 주파수를 가진 전원공급장치를 구성하였고, 측정 및 시스템의 조절을 위해 data logger를 이용하여 PC에 연결하였다. 온도 측정에는 전류의 영향을 받지 않도록 teflon으로 코팅된 T-type의 thermocouple (Cole parmer, Type IT-18, USA)를 사용하였고, 전류는 MC를 재질로하여 d=19mm, A=65mm × 22mm 인 규격을 가진 밀폐형으로 제작하였다(그림4-2).

나. 실험재료

실험에 사용한 고추장은 J사 및 S사로부터 가열 살균공정을 거치기 전의 원시료를 기증받아 사용하였다. 가열특성 연구를 위해서는 120g의 찹쌀가루와 40g의 밀가루를 1% 소금물에 넣고 가열하여 시판 고추장과 유사한 점도를 나타내는 모델식품을 조제하여 실험을 행하였다.

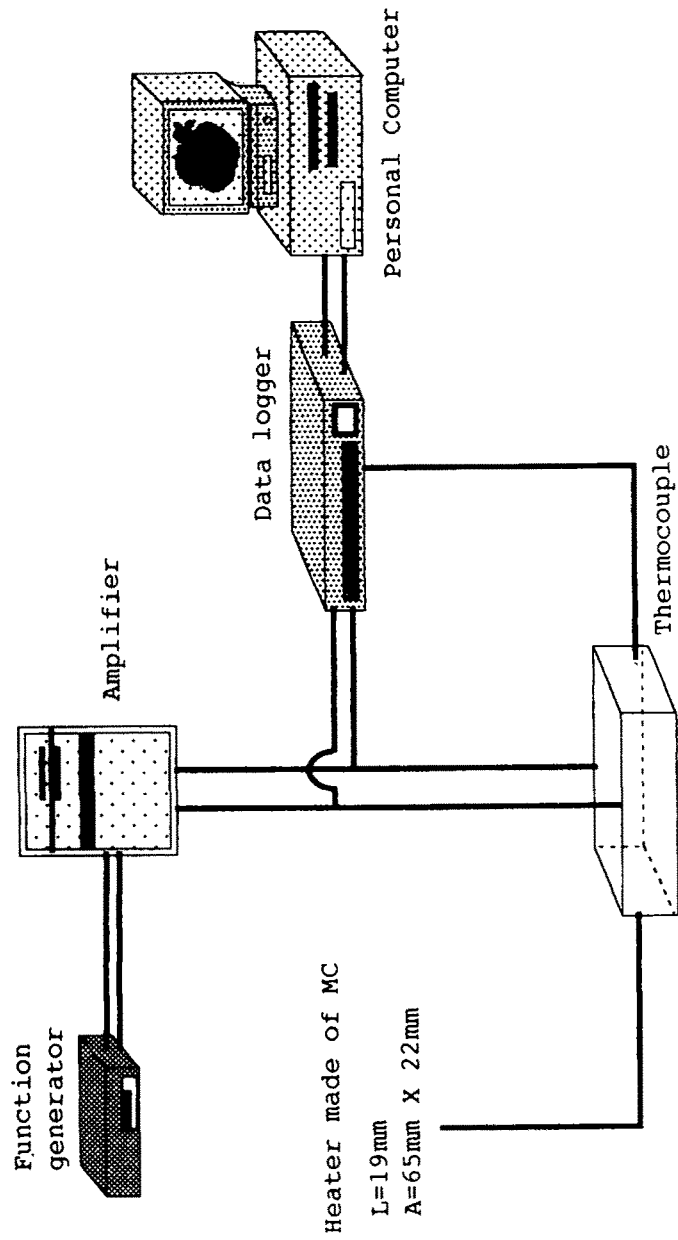


그림4-2. Ohmic heating system의 구성도

다. 생균수 측정

생균수의 측정은 표준 한천 평판 배양법과 pour method를 병행하여 행하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 고추장의 전기적 특성 연구

1) 함유 소금농도

식품에 전류를 흐르게 하는 전자 이동매체는 기본적으로 식품내부에 존재하는 이온성분들이며, 이러한 유동전자의 갯수와 유동속도 및 유동전자의 전하량의 곱이 전류이다. 따라서 고추장 제조시 첨가되는 소금의 양은 고추장의 전기전도도에 절대적으로 영향을 미치게 된다.

0.1%, 0.3%, 0.5%의 농도를 가진 소금물을 이용하여 소금농도가 가열 속도에 미치는 영향을 살펴본 결과 초기온도 25℃에서 70℃까지 도달 시간이 각각 880초, 280초, 190초로 소금농도가 고추장의 ohmic heating시 가열 속도에 크게 영향을 미침을 알 수 있었다(그림4-3)

2) 전기 전도도

전기 전도도가 크면 가열식품내로 많은 양의 전류가 흐를 수 있으므로 보다 빠른 가열을 기대할 수 있다. 식품의 전기전도도는 그 식품내에 존재하는 전자이동매체의 양에 직접적으로 비례하게 되므로 식품의 고유특성이라 할 수 있으나, 식품의 주된 전자이동매체인 이온들이 존재하고 이동할 수 있는 일정량 이상의 용매가 필요하다. 고추장의 경우 수분함량 40%이하에서는 급격한 전기전도도의 가모가 관찰되었으며 50%이상의 수분함량하에서는 거의 일정한 전기전도도를 보여 25℃에서 고추장의 전기전도도는 1.9S/m로 다른 식품에 비하여 비교적 큰 전기전도도를 나타내었다. 시판중인 고추장의 대략적인 수분함량은 60%정도를 보이고 있으므로 가열시 특별한 문

제점은 보이지 않았으나, 가열시 수분증발로 인한 수분함량의 감소로 인해 가열속도의 감소가 예상되므로 밀폐된 가열장치를 사용해야 한다(그림4-4).

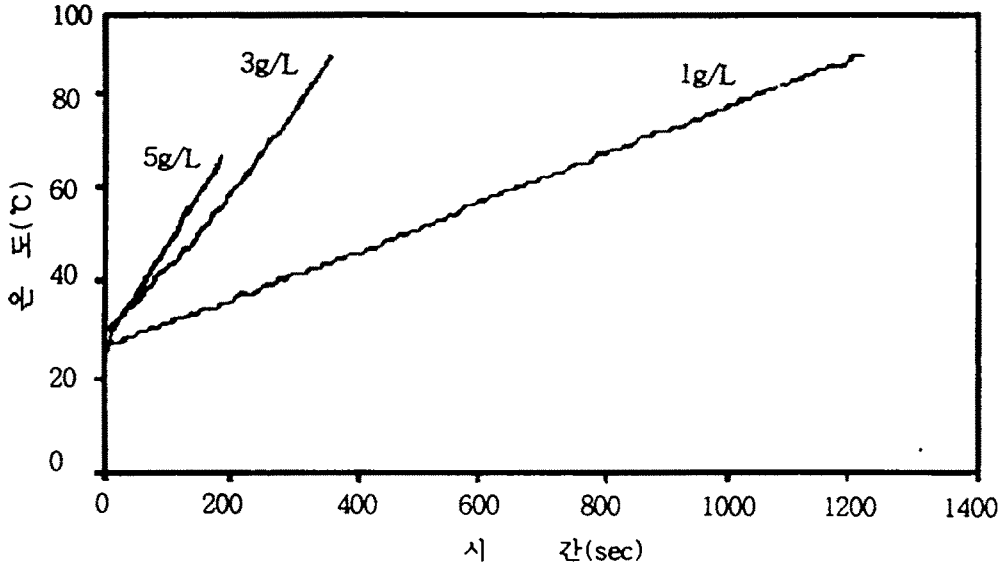


그림4-3. 100V, 60Hz에서 소금용액의 가열속도에 미치는 소금농도의 영향

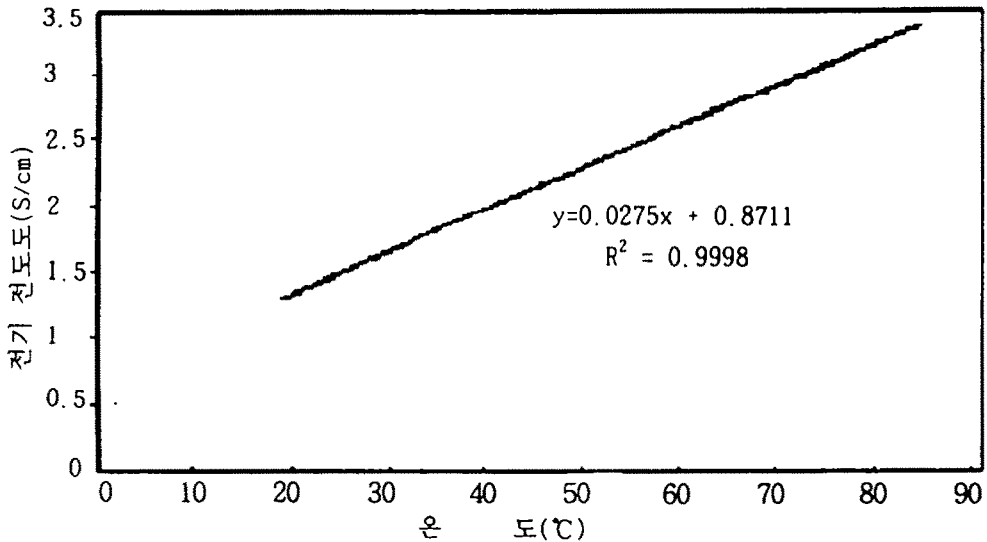


그림4-4. 10kHz에서 온도에 따른 전기전도도

식품의 전기전도도는 일반 금속등 도체와는 달리 온도증가에 따라 증가하는 현상을 보인다. 10kHz의 주파수를 갖는 전류를 사용했을 경우 $y=0.0275x + 0.8711$ ($r = 0.9998$)의 직선식으로 온도에 대해 일차적으로 정비례하는 것으로 나타났다. 따라서 가열이 진행됨에 따라 온도증가로 인한 전기전도도의 증가로 인해 많은 양의 전류가 흐르게 됨으로 인하여 전체적인 고추장의 가열속도는 점차 가속되어진다.

나. 전기적 요소가 고추장의 가열에 미치는 영향

1) 전압

5kHz 의 주파수를 가진 5.5V, 9.8V, 14V의 전압을 다르게하여 각각 가열한 결과, 평균 가열속도가 전압 증가에 따라 0.6℃/min, 5.57℃/min, 19.5℃/min으로 급격히 증가하는 것이 관찰되었다(그림4-5).

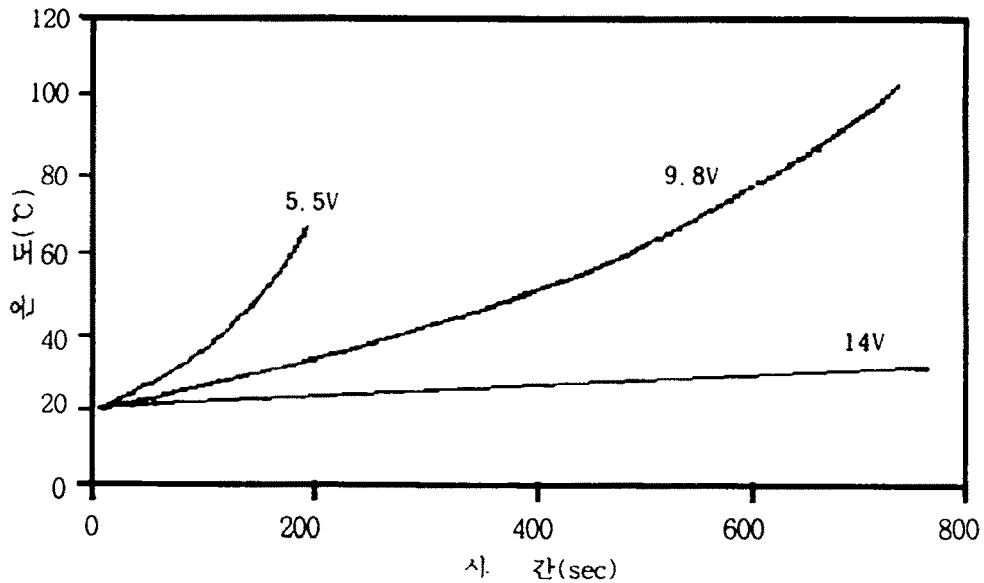


그림4-5. 5kHz에서 가열속도에 미치는 전압의 영향

Ohmic heating에 있어 발열량은 $Q=VI=V^2/Z$ 로 표시된다. 따라서 보다 빠

큰 가열을 위해서는 높은 전압을 사용하는 것이 유리하다. 그러나 전기전도도가 큰 식품을 가열할 경우에 너무 높은 전압은 과전류를 야기시키기 때문에 전원 공급장치에 무리를 주게 되므로, 전원공급장치의 용량을 초과하지 않는 범위에서 전압을 조절할 필요가 있다.

2) 주파수

Ohmic heating장치는 구조적으로 양극판 사이에 유전체가 삽입된 condenser의 형태를 취하고 있으므로 ohmic heating시 발생하는 전기적 현상을 전원에 식품인 단순한 저항체가 연결된 회로로 가정하여 생각하는 것은 무리가 있으며, 이러한 현상이 실험적으로 증명되었다. 20V의 동일 전압을 사용하여 가열 할 경우에 있어서도 주파수에 따라 가열 속도에서 차이를 보였다. 10kHz의 전원을 사용하였을 경우가 60Hz전원에 비하여 가열속도가 더 빠름을 알 수 있었다. 초기온도 23℃에서 90℃까지의 도달시간이 60Hz의 236초에서 10kHz일 때는 192초로 감소하였다(그림4-6).

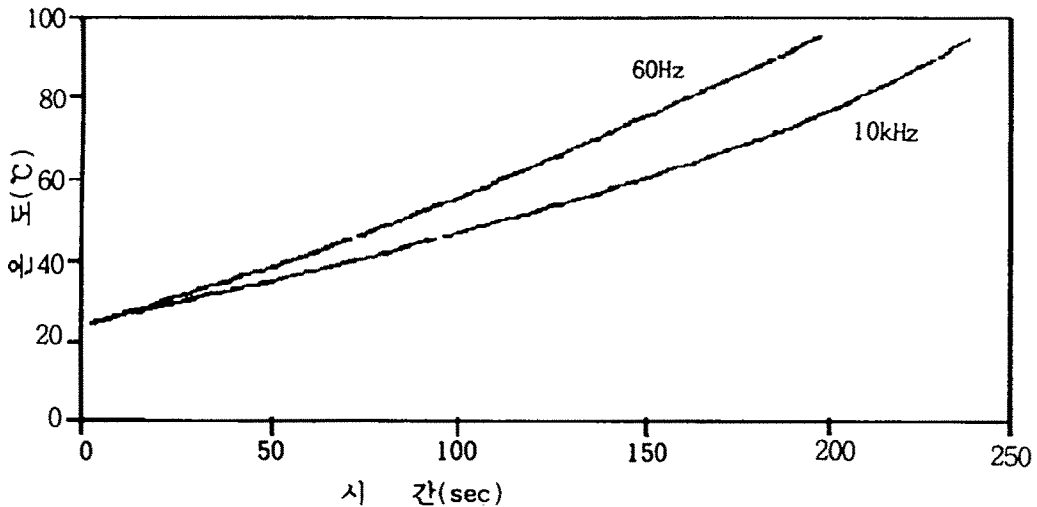


그림4-6. 20V에서 가열속도에 미치는 주파수의 영향

이러한 현상은 ohmic heating 장치가 condenser 형태를 취하고 있기 때문으로 생각된다. Condenser에 교류를 걸어 주게 되면 condenser 형태를 취하고 있기 때문으로 생각된다. Condenser에 교류를 걸어주게 되면 condenser는 일종의 저항역할을 하게 되어 전자의 흐름을 방해하게 된다. 이때의 저항을 capacitance라고 하며 $X_c = 1/2\pi fc$ (f: 주파수, c: condenser의 용량)로 표시할 수 있다. 따라서 ohmic heating 장치의 구조적 특성에서 야기되는 capacitance는 주파수에 반비례하여 생성됨을 알 수 있으므로 높은 주파수를 가진 전원을 사용하는 것이 보다 빠른 가열 속도를 위하여 바람직하다.

3) 전극부식

한편 저주파를 사용할 경우에 비하여 높은 주파수를 가진 전원을 사용했을 경우에 얻어지는 잇점은 전극의 부식문제에서도 찾을 수 있다. 비교적 부식에 강한 금속인 stainless steel을 전극으로 사용했음에도 불구하고 1kHz 이하에서 4-5회 가열로 완전한 부식층이 전극 표면에 형성됨으로써 가열속도의 저하와 식품의 오염을 초래하였다. 또한 저주파를 사용하게 되면 식품 내부 물질의 전기분해현상은 5kHz 이상에서는 발생하지 않는 것으로 알려져 있다. 또한 5kHz 이상의 주파수를 가진 전원을 공급하였을 경우에는 부식현상도 거의 관찰되지 않았다. 전극의 부식문제를 해결하기 위해서는 내부식성이 강한 전극을 사용할 필요성이 있으므로 내부식성이 가장 강한 것으로 알려진 titanium을 전극으로 사용하였다. 그러나 titanium 전극을 사용함에도 불구하고 60Hz의 낮은 주파수 대역에서 고추장을 가열했을 경우에는 약간씩의 부식이 진행됨이 관찰되었다. 이러한 부식문제에 있어 중요한 것은 식품 중에 존재하는 염소 이온으로 알려져 있으며, 염소 이온이 적은 식품을 가열할 경우에는 이러한 부식문제가 거의 제기 되지 않는다. 그러나 고추장 등 필연적으로 염소 이온의 함유량이 높은 식품의

ohmic heating시에는 전극의 부식을 피할 수 없으므로, 이를 최소화하기 위하여 내부식성이 큰 titanium 전극을 사용해야 할 것이며, 다른 한편으로는 가능한 한 높은 주파수의 전원을 공급하는 것이 바람직하다.

4) 파형

교류전류의 파형의 영향을 살펴본 결과, 500Hz, 1kHz의 주파수 범위에서 sine파를 사용했을 때가 squar파 보다 비가열 속도가 1.5-2배 정도 높았으며, 5-20kHz의 영역에서는 약간 감소하거나 비슷한 값을 보였다.

다. ohmic heating 에 의한 살균효과

1) ohmic heating의 살균효과

40g의 고추장을 60Hz, 30V에서 ohmic heating한 경우와 레토르트파우치에 넣어 두께가 5mm되도록 충전한 후, 100℃까지 올리는 시간을 150초로 같게 한 후 가열시간에 따른 살균효과를 비교하였다. 100℃로 8분간 유지한 경우 ohmic heating의 경우가 살균율 99.69%를 나타내어 열중탕방식의 81.86%에 비하여 높은 살균률을 나타내었다. 한편 가열 초기 1분후 살균효과가 97%에 달하는 것으로 나타나, 이후의 살균효과에 비해 현저히 높은 것으로 나타났으며, 이는 고추장 내에 존재하는 미생물이 주로 내열성이 약한 까닭으로 생각되어 진다.

2) 주 변태효모 *Zygosaccharomyces rouxii*에 대한 살균 kinetics 연구

고추장의 유통과정중 변태 미생물로는 탄산가스를 발생하는 효모류임이 알려져 있으며, 이중 특히 *Zygosaccharomyces rouxii*는 비교적 내열성이 약한 균주이다. 따라서 고추장의 가열살균에 있어서는 주 변태미생물인 *Zygosaccharomyces rouxii*를 목적균으로하여 pasteurization을 행함이 타당하다. 또한 고추장을 가열 할 경우 고추장의 색도변화 역시 열에 민감하므로 높은 온도에서의 가열 살균은 바람직하지 않다. 따라서 고추장의 색도가 변화하기 시작하는 온도인 80℃이하의 온도에서 가열함이 고추장의 살균

및 품질유지에 적합한 것으로 생각되어진다. 이에 대한 이론적, 실험적 연구결과를 얻기 위하여 주 변태효모인 *Zygosaccharomyces rouxii* KCCM50082 및 10032를 사용하여 살균 kinetics를 연구 추진 중이다. 목적균의 살균자료를 바탕으로 computer simulation을 통하여 가장 효율적인 살균공정을 도출하면 연속 살균장치를 구성하여 살균공정을 최적화하려 한다.

3. 요약

고추장의 전기적 특성은 소금농도와 수분함량에 크게 좌우되며, 온도도 중요한 인자이다. 전기적 요소가 고추장의 가열에 미치는 영향을 조사한 결과 가급적 높은 주파수와 전압조건이 유리하며, 교류전류의 파형은 square파 보다 sine파가 보다 유리하였다. 전극부식은 5KHz 이상의 고주파수에서 보다 억제되었고, 내부식성의 titanium전극의 사용이 바람직하였다.

Ohmic heating법에 의한 살균효과는 99.69%의 제균율을 보여 우수함이 입증되었다.

제 5절 초고압 살균법에 의한 전통고추장의 가스생성 억제 및 저장성 개선

고추장의 팽창은 고추장 내의 미생물에 의한 가스발생이 그 원인이므로, 이 미생물의 효과적인 통제와 효소활성의 효율적 억제에 의하여 고추장의 유통과정중 가스발생과 팽창이 방지되고 보존성이 향상된다고 추정할 수 있다. 그러나 지금까지의 살균 또는 억제 방법은 가열로 인한 연소취의 발생이나 변색 등 풍미가 열악해지는 문제점이 있고 보존료의 첨가 방법은 풍미 변화는 물론 인공적인 화학물질의 첨가라는 소비자의 선호도를 저하시키고 상품성을 악화시키는 중대한 폐단이 있다.

따라서 최근에 개발된 비가열 살균방법인 초고압 가공처리에 의하여 전통 고추장을 가장 풍미가 우수한 시점에서 살균처리하므로서 최상의 맛을 유지한채 장기간의 보존이 가능하도록 할 수 있을것으로 추정하고, 초고압 가공에 의한 전통고추장내의 미생물의 억제와 맛의 변화 여부등에 관한 실험을 행하였다.

식품의 가공과 저장에 고압을 이용하는 가공 방법은 비교적 최근에 이용되기 시작한 신규기술로서 세계적으로는 현재 과일즙, 잼, 어육, 축육류의 보존성 향상에 이용되고 있거나 응용방법이 검토되고 있는 상황에 있다.

종래 가장 널리 이용되고 있는 가열방법에 의한 고추장의 살균은 가열취의 발생과 풍미의 변화가 초래되는 문제점 뿐만아니라 점도가 높은 고추장의 물리적 특성 때문에 열전도의 불균일성과 지연성으로 인하여 효과적인 살균의 시행이 매우 어렵고 시행된 살균의 효과가 불량하여 고품질의 제품 생산이 곤란한 단점이 있으나, 고압을 이용한 살균방법은 상온에서 실시할 수 있으므로 가열방법에서 발생하는 문제점들을 모두 배제할 수 있으며 높은 품질의 최상의 맛을 유지한채 장기간 보존할 수 있게 되는 장점이 있다.

예비실험결과, 100MPa과 400MPa으로 처리한 고추장에서, 100MPa 처리구에서는 고추장의 발효가 계속되는 것으로 관찰되어 100MPa의 초고압처리 방법으로는 고추장의 미생물 및 효소 활성 억제 효과를 기대할 수 없음이 나타났으며, 400MPa 처리구에서는 미생물의 생육이 저지되는 것으로 나타났으므로 본 실험에는 300MPa과 400MPa 및 500MPa으로 처리하는 방법을 택하여 초고압처리에 의한 순창 전통고추장의 살균효과와 맛에 끼치는 영향등을 조사하여 저장성의 증대방안을 모색하였다.

1. 재료 및 방법

가. 초고압처리

숙성된 순창 전통고추장을 순창 현지공장에서부터 제공받아 레토르트파우치에 50g씩 충전하여 밀봉한 후 Hydrostatic High Pressure Food Processor(Batch type, ABB CO., U. S. A.)를 이용하여 300MPa, 400MPa, 그리고 500MPa로 25℃에서 20분간 처리하였다.

나. 살균효과 측정

초고압처리에 의한 살균효과의 측정을 위하여 표준한천평판배양법을 이용하여 생균수를 조사하였고 팽창유무를 관찰하기 위하여 37℃의 항온실에 보관하면서 밀봉포장의 팽창여부를 조사하였다.

다. 관능검사

초고압처리 전통고추장의 맛의 경시 변화여부에 대한 판별을 위하여 먼저 3점법을 이용하여 고추장의 맛을 감지 선별할 능력이 우수한 훈련된 panel 요원 6명을 선발하였고, 이 검사요원들에 의하여 Duncan의 Multiple Range Test 방법을 이용하여 시간 경과에 따른 전통고추장의 맛의 변화 여부를 조사하였다. F test에 의하여 F.99 및 F.95 수준에서 유의성을 검정하였다. 평점은 Hedonic scale법에 의하여 최고 9점에서 최하 1점까지 주도록 하였고, 오전 10시부터 11시사이에 실시하되, 탄산수로 구강내를 헹군후 표본을 바꾸어 검사하는 방법을 이용하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 살균효과 및 맛의 경시적 변화

숙성된 순창 전통고추장의 초고압처리전 생균수는 5% NaCl용액에서 희석시킨 후 측정한 결과 $1.2 \sim 2.2 \times 10^8$ CFU/g 으로 나타났다. 이를 300MPa, 400MPa, 500MPa로 25℃에서 가압처리한 결과 300MPa에서는 1.6×10^{-5} CFU/g 으로 총균수가 감소하였으나 항온 보관 실험에서 7일내에 팽창현상이 관찰되어 보존성이 열악한 것으로 나타났으며, 400MPa와 500MPa 처리구에서는

총균수는 불검출 내지 E1-3CFU/g 이하로 관찰되어 미생물의 생육이 효과적으로 통제되는 것으로 판단되었으며 항온 보관실험에서도 1개월, 2개월, 그리고 3개월 이상의 장기보존시에도 개스발생이 원인인 것으로 추정되는 포장봉지의 부풀음 현상이 두 처리구에서 모두 거의 나타나지 않는 것으로 나타났다.

따라서 순창 전통고추장은 밀봉포장후 400MPa 처리구와 500MPa 처리구의 순창전통 고추장을 항온 보관하면서 2주 간격으로 취하여 관능 검사를 실시한 결과, 전체적인 맛에 대한 선호도는 500MPa처리 시료에서 처리전보다 처리 후 약간 낮아지는 결과가 나타났으나 통계적인 유의성 검정 결과 1% 수준과 5% 수준의 분산분석 경우에서 모두 전시료간에 차이가 없는 것으로 판정되었으며, 400MPa 처리 시료에서는 10주 경과한 경우 선호도가 나빠지는 평가점수가 나왔으나 이 역시 통계적으로는 시료간 분산분석 결과 1% 및 5% 수준에서 모두 유의성이 없는 것으로 판정되었다.

표4-39. 순창전통고추장의 초고압처리에 의한 살균효과 비교
(처리 : 25℃, 보존 : 37℃)

처리별	비처리	300MPa	400MPa	500MPa
0주	1.2-2.2E8	1.6E4-5	<1.0E1-3	ND
2주	NT	1.8E12-18	<1.0E1-3	ND
4주	NT	NT	<1.0E1-3	ND
6주	NT	NT	<1.0E1-3	ND
8주	NT	NT	<1.0E1-3	ND
10주	NT	NT	<1.0E1-3	ND
팽창여부		일주내팽창	ND~안정	ND~안정

참고: NT: Not Tested, ND: Not Detected, 생균수: CFU/g

표4-40. 순참전통고추장의 400MPa 처리후 풍미관능평가
(처리: 25℃, 보존: 37℃)

검사원	비처리	0주	2주	4주	6주	8주	10주	계
1	2.57	3.71	4.57	4.00	4.71	4.86	4.29	28.71
2	4.64	4.79	5.21	3.93	6.14	6.14	3.50	34.50
3	6.71	6.36	6.14	4.93	4.43	3.50	3.93	36.00
4	3.50	4.07	4.64	3.93	4.29	6.00	4.00	30.43
5	6.36	5.57	4.93	4.86	3.86	4.07	4.43	34.08
6	4.71	4.14	4.00	4.07	3.21	3.07	3.57	26.77
계	28.49	28.64	29.49	25.72	26.64	27.64	23.72	190.34
평균치	4.75	4.77	4.92	4.29	4.44	4.61	3.95	

*유의성 검정 결과: F test: F.99 및 F.95에서 시료간의 유의적인 차이 없음.

표4-41. 순참전통고추장의 500MPa 처리후의 풍미 관능평가
(처리: 25℃, 보존: 37℃)

검사원	비처리	0주	2주	4주	6주	8주	10주	계
1	2.93	3.86	4.14	4.93	4.93	5.29	5.14	31.22
2	5.57	4.57	3.71	5.29	4.57	5.14	5.36	34.21
3	7.14	6.14	5.71	4.79	4.36	3.71	3.93	35.78
4	3.43	3.36	3.93	5.43	3.79	5.43	5.29	30.66
5	6.36	5.21	4.64	4.14	4.21	3.79	4.14	32.49
6	5.21	4.64	4.21	3.43	3.86	3.00	3.36	27.71
계	30.64	27.78	26.34	28.01	25.72	26.36	27.22	192.07
평균치	5.11	4.63	4.39	4.67	4.29	4.39	4.54	

표4-42 순참 전통고추장의 400MPa 처리후의 관능점도 평가
(처리: 25℃, 보존: 37℃)

검사원	비처리	0주	2주	4주	6주	8주	10주	계
1	1.79	4.14	5.00	5.36	6.29	6.00	5.79	34.37
2	2.00	4.57	5.14	4.21	6.29	6.50	3.50	32.21
3	1.93	4.57	5.86	5.79	5.00	4.21	4.79	32.15
4	1.71	3.43	4.57	4.29	5.43	6.86	4.57	30.86
5	1.86	4.14	5.07	5.43	5.36	6.43	5.71	34.00
6	1.93	3.93	3.86	4.36	3.76	3.79	4.00	25.63
계	11.22	24.78	29.50	29.44	32.13	33.79	28.36	189.22
평균치	1.87	4.13	4.92	4.91	5.36	5.63	4.73	

표4-43 순창 전통고추장의 500MPa 처리후의 관능점도 평가
(처리: 25℃, 보존: 37℃)

검사원	비처리	0주	2주	4주	6주	8주	10주	계
1	2.00	4.36	5.64	6.57	6.29	7.07	6.07	38.00
2	1.93	4.14	3.86	5.36	3.79	5.50	5.64	30.22
3	2.00	4.00	4.79	5.21	4.64	4.79	5.29	30.72
4	2.64	3.57	4.29	6.43	4.86	5.29	5.71	32.79
5	1.86	4.29	5.36	6.00	6.29	6.07	6.21	36.08
6	1.71	4.14	4.57	4.57	4.29	4.07	4.21	27.56
계	12.14	24.50	28.51	34.14	30.16	32.79	33.13	195.37
평균치	2.02	4.08	4.75	5.69	5.03	5.47	5.52	

따라서 순창 전통고추장의 밀봉포장과 400MPa이상 가압처리에 의하여 살균되고 팽창이 방지된 제품은 악조건에서 10주간 보관하여도 품질에 큰 손상이나 변화가 발생하지 않고 보존될 수 있음을 보여주었다. 그러나 고추장의 품질을 조성하는 요소중의 하나인 점도에 대한 경시적인 관능검사 결과를 분석한 결과 초고압 처리된 순창 전통고추장의 점도가 처리전보다 유의적으로 상승하여 취식시 입에서 그 차이가 느껴질 정도로 차이가 발생되는 것으로 인식되었다. 즉, 400MPa 처리구의 경우 처리후와 경시 시료들이 처리전에 비하여 점도가 높아진 것으로 느껴지는 것으로 분산분석 결과 시료간에 1% 수준과 5% 수준에서 공히 유의적인 것으로 판정되었고 Duncan의 방법으로 검정한 결과, 각 시료간에는 무의성의 겹침이 나타났으나 처리전의 경우와는 유의적인 차이가 판정되었다.

500MPa의 처리구에서도 처리전과 처리후의 시료사이에 입으로 느끼는 점도의 차이가 감지되는 것으로 나타났으며 통계처리 결과 1% 와 5% 수준에서 모두 유의성이 있는 것으로 판정되었고 이를 Duncan의 다중범위 검정법에 의하여 검정한 결과 다음과 같이 경시에 의한 시료간의 유의성이 검정되었다.

즉, 500MPa로 초고압처리한 순창 전통고추장의 관능점도는 3주 이상된 시

료간에는 차이가 없었으며, 이 시료들은 2주된 시료들보다 고점도인 것으로 평가를 받고 있었다. 처리직후의 시료는 처리전보다 점도가 높은 느낌을 주는 것으로 나타났으며 이는 2주 이상된 시료에서 더욱 더 점도가 높아진 것으로 관능 평가되는 것으로 나타났다.

따라서 이러한 경시적인 관능검사 결과의 변화를 규명하기 위하여 점도측정을 통한 전통고추장의 경시적 점도 변화 유무와 특성을 규명하는 연결추가 실험의 필요성이 제기 되었으며, 그것이 고추장의 전반적인 풍미에 미치는 영향과 함께 물성에 의한 고추장의 취급상의 문제점과 선호도에 대하여 정방향 및 부방향으로 끼치는 영향등에 관한 면밀한 검토가 필요가 하다고 판단되고 있다.

3. 요약

현재까지의 연구결과에 의하면 밀봉처리된 순창고추장의 경우에는 400MPa로 초고압 처리할 경우에 효과적으로 미생물과 효소를 통제하게 되며 맛에 대한 선호도도 높은 것으로 나타났다. 금번의 실험과정과 결과에서 관찰된 몇 가지 사항에 대하여 계속적인 추가와 보완 실험이 필요하다고 믿어진다.

특히, 비록 통계적으로는 유의적인 차이가 인정되지 않는 수준이지만, 500MPa 처리구에서는 처리전보다 처리후 표본의 관능검사 선호치가 낮게 나타나는 현상을 보였으며, 400MPa 처리구에서는 10주가 경과한후 맛이 나빠진다는 평가치가 나왔으므로 이에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단되며, 이를 규명하는 예비실험 과정중 초고압처리에 의하여 고추장의 점도가 상승됨이 관찰되었고 색도가 변하는 실험치가 나타났으므로 이에 대한 물성의 변화와 함께 화학적 변화여부에 관한 보다 정밀한 연구와 규명이 계속되어야 할 것으로 판단되고 있다. 또한 미생물 규명분야 연구팀에 의하여 분리, 동정된 개스발생균효모의 효과적인 초고압처리 조건의 선정연구도 미생

물 규명 분야와의 공동실험을 통하여 긴급히 수행되어야 할 과제로 대두되었다.

제 6절 저온살균법에 의한 개스생성억제 및 저장성 개선

저장 및 유통과정에서 고추장의 보존성을 높임에 있어서는 가열-밀봉포장이 가장 간편하고, 확실한 방법으로 대부분의 시판 중인 고추장에 응용되고 있다. 그러나 가열조작은 고추장의 풍미를 저락시키게 되는데, 특히, 순창 전통고추장의 명성은 생식품 상태로 유통되는 데에 있는 만큼 이 방법의 사용에는 상당한 반발이 있을 수 있다.

고추장의 가열살균에 관한 연구는 비교적 적은 편으로 전 등(79)의 열전도 특성에 관한 연구가 있을 뿐이며, 순창 전통고추장과 같이 비가열, 첨가물의 불사용을 원칙으로 유통되는 경우에 대한 직접적인 연구는 전무한 실정이다. 본 연구는 이러한 현실에서 제법이나 재료의 선택, 화학적 합성품이 아닌 향균성 식품성분의 응용 등으로 해결의 실마리를 찾고자 시행되었다. 그러나 이러한 방법은 한계가 있으며, 일시적인 보조수단일 뿐이다. 장기적인 면에서는 아무리 전통발효식품이라 하여도 지금까지 사용해온 반개방식 포장을 지향하고 완전밀봉에 의해 위생성을 확실히 할 필요가 있다.

고추장과 같은 발효식품을 완전밀봉하기 위해서는 풍미의 저락을 최소화하는 범위에서 균을 완전히 제거해야 하는데 그러기 위해서는 가열살균이 최선의 수단일 수 밖에 없고, 가열살균에 의해 풍미의 저락을 막는 최선의 수단은 저온살균이다. 고추장의 가열살균에는 고추장의 식품학적 특성이 충분히 고려되어야 하며, 현실적인 면에서 실용 가능성이 높아야 한다. 이미 앞절에서 ohmic heating 법이나 초고압살균법이 최선의 방법임을 밝혔으

나 고가의 장비가 필요하다는 점에서 이 방법은 실현성이 약하다는 결론을 내린 바 있는데, 특히 순창지방에서 전통고추장 제조에 종사하는 업체들은 지극히 영세하여 현실적으로는 소분품을 간단히 살균할 수 있는 방법을 필요로 하고 있다. 따라서 본 연구도 여기에 초점을 맞추어 시행되었다.

1. 재료 및 방법

가. 균주 및 배지

본 연구에 사용된 균주나 배양방법 및 균체수의 계측방법 등은 제2장의 방법과 같다.

나. 균주의 내열성 시험법

시험관에 효모용 액체배지를 넣고 고압가열살균한 후 균을 접종하고, 25℃에서 균의 증식도를 측정하여 조사하였다.

다. 고추장의 열전도도 측정

Polyethylene 필름을 고추장의 중량과 그에 상응하는 체적을 계산하고(수분함량 50%, 비중 1.188) 고추장을 넣었을 때 지름과 높이가 같을 수 있도록 재단하였다. 여기에 100g-2kg을 넣고, 전기온도계의 전극을 고추장의 중앙에 오도록 장착한 다음 소정농도의 수욕 중에 완전히 담그고 경시적으로 온도를 측정하였다.

라. 색도의 측정

고추장의 색도는 색차계(Chroma meter CR-200b, Minolta)로 측정하였다. Hunter scale에 의해 L값 94.7, a값 0.21, b값 2.28의 표준백색판을 사용하여 각각의 값을 측정하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 효모의 생육 및 사멸온도

제2장에서 보고한 효모들의 배양온도에 따른 생육도는 표4-44와 같고, 고온에 의한 생육도를 조사한 결과는 표4-45와 같다.

표4-44. 효모의 배양온도별 생육도

균 주	배 양 온 도(℃)							
	5	15	20	25	30	35	40	45
Y1	8.7E7	1.0E8	1.0E8	1.7E8	2.4E8	1.0E8	6.5E7	4.7E5
Y2	1.2E7	1.0E8	7.0E7	8.6E7	1.5E8	1.3E8	6.5E7	4.4E5
Y5	1.5E6	5.2E6	1.1E7	5.5E7	1.0E8	1.5E8	7.9E7	5.0E5
Y6	6.3E7	5.4E7	3.4E7	5.5E7	2.3E8	1.8E8	1.5E8	4.8E5
Y8	5.6E7	6.0E7	1.3E8	1.9E8	4.8E8	2.6E8	1.0E8	4.4E5
Y10	2.8E8	7.6E7	8.1E7	1.6E7	3.1E8	2.2E8	5.3E7	4.3E5
B	6.8E7	1.3E8	7.1E7	1.8E7	3.2E7	2.5E7	1.0E7	4.0E5
D1	6.8E7	6.0E7	1.2E8	3.5E8	1.0E8	2.1E8	7.5E7	4.4E5
D2	3.9E7	1.3E8	1.5E8	5.2E8	2.7E8	1.0E8	5.2E7	4.9E5

*집중균량은 1.0E5 CFU/g, 식염농도 9%

*5℃는 75일 후, 15℃는 15일 후, 20℃이상은 5일 후 조사임.

고추장에서 분리한 효모들은 5℃부근에서도 생육하는 저온균들로 대부분 20-30℃에서 최적 생육도를 보이고 있고, 40℃이상에서는 증식이 불가능함을 알 수 있다. 균종별로는 *Debaryomyces*속에 속하는 B, D1 및 D2균주는 최적온도가 25℃로 약간 낮으며, *Zygosaccharomyces*속에 속하는 Y1, Y2, Y6 및 Y8은 30℃부근으로 높은 경향을 보인다. 산막효모인 Y5균주는 35℃로 가장 높다.

고추장의 풍미를 위해서는 되도록 저온에서의 살균이 유리하다. 따라서 부풀림현상을 야기하는 효모류를 가열살균법으로 제거하기 위해서는 이들의 사멸온도를 구명할 필요가 있어 균종별로 50-65℃로 10분간 열처리를 한 다음 25℃에서 2일간 배양한 결과, 생육도는 다음과 같다.

표4-45. 효모의 사멸온도

균 주	가 열 온 도(℃)			
	50	55	60	65
Y1	42.7	5.6	0	0
Y2	45.4	4.0	0	0
Y5	32.3	3.0	0	0
Y6	40.3	4.2	0	0
Y8	41.1	3.5	0	0
Y10	47.4	5.1	0	0
B	47.8	5.3	2.0	0
D1	47.2	6.4	3.1	0
D2	51.0	6.5	2.5	0

*소정온도에서 10분간 가열하고, 25℃에서 2일간 배양

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) × 100

대부분의 균주가 50℃에서 10분간 가열하면 생육도가 50%이하로 떨어졌으며, 55℃에서 10분간 가열로 90%이상 저해를 받아 저온살균 효과가 충분히 기대된다. 이 결과를 보다 명확하게 하기 위해 제2장에서 밝혀진 바와 같이 전통고추장 부플림의 주원인균인 Y1균주를 대상으로 50-60℃에서 5-60분간 가열하면서 가열온도-가열시간별 생육도를 측정한 결과는 표4-46과 같다.

표4-46. Y1균주의 가열온도 및 가열시간별 생육저해도

가열온도(℃)	가 열 시 간(분)					
	5	10	15	20	30	60
50	41.8	41.5	19.6	11.8	9.5	8.2
55	8.5	5.6	0	0	0	0
60	2.2	0	0	0	0	0

*가열처리한 균주는 25℃에서 2일 후 균량을 측정함

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) × 100

50℃에서는 10분 가열하면 50%내외의 생육저해를 받으며, 55℃에서 10분 간 가열로 균의 생존율은 10%대로 떨어진다. 따라서 실용적인 면에서 응용 가능한 온도는 55℃ 이상임을 알 수 있다.

고추장은 다른 식품과는 달리 완전살균은 불필요하며, 그러기 위해서는 풍미의 심한 저락을 감내해야 한다. 고추장의 가열살균에서 목표점은 소분 후 유통기간 중에 개스생성에 의한 팽창을 최소화하는 균량에 있으며, 그러기 위해서는 고추장에서 개스생성 원인균의 성장속도를 조사할 필요가 있다. 따라서 제3장에서 표준적인 방법으로 담근 고추장을 저온살균한 후 Y1 균주를 접종하고 15℃와 25℃에서 배양하면서 균체수를 경시적으로 조사한 결과는 표4-47과 같다.

표4-47. 고추장의 숙성초기에 있어서 효모의 생육도(25℃)

배 양 온 도(25℃)		배 양 온 도(15℃)	
경과시간(일)	균체수(CFU/g)	경과시간(일)	균체수(CFU/g)
0	3.2E3	0	3.2E3
2	4.1E3	15	4.5E3
4	6.0E3	30	1.0E4
6	1.0E4	45	3.2E4
8	2.0E4	60	1.0E5
10	5.6E4	75	1.1E6
12	2.3E5	90	1.1E7
14	1.1E6	105	3.3E7
17	2.7E6	120	6.0E7
21	5.4E6		
25	8.3E6		
28	1.0E7		

25℃ 배양구에서 균체의 증식속도에 관한 통계처리 결과 다음과 수식을 얻을 수 있다.

$$\log Y = -0.0025X^2 + 0.2168X + 3.11 \quad (4-59)$$

단 X는 배양일수, log Y는 균체수(CFU/g)

15℃배양구에의 증식속도는 4-60식과 같다.

$$\log Y = 0.1184X^2 + 0.7334X + 3.30 \quad (4-60)$$

단 X는 배양일수, log Y는 균체수(CFU/g)

소분한 고추장의 유통기간은 2주일-2개월 정도이다. 앞의 실험결과 고추장에서 가스발생에 의해 부풀음이 관찰되기 시작할 때의 효모균체수는 대략 1.0E7정도이므로 실온에서 유통시킬 경우 식4-1에 의해 계산하면 2주일 유통시킬 경우 2.8E4, 2개월은 1.0E3의 균량까지만 낮추면 팽창에 의한 문제에서는 해방될 수 있다. 물론 보다 더 저온에서 유통될 경우에는 균량이 더 높아도 안전할 수 있다.

나. 공존물질의 영향

고추장의 식품학적 특성이 저온살균에 미치는 영향을 파악하기 위해 Y1균주를 대상으로 배양기에 식염, 당 및 단백질의 농도를 달리하거나, pH별로 내열성을 검정하였다. 또한, 발효과정에서 생성되는 식초산과 젖산의 영향도 검토하였다. 가열살균온도는 55℃로 설정하였다.

1) 소금농도

배지에 식염농도를 6-18%로 첨가하고 55℃에서 가열한 후 효모의 생육도를 조사한 결과는 표4-48과 같다.

표4-48. 효모의 저온살균시 소금농도의 영향

소금농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
6	100	5.7	3.9
9	83.3	8.6	5.6
12	75.0	15.0	16.8
15	59.5	13.9	20.1
18	45.2	11.1	17.9

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) × 100

6%의 저식염구에서는 비교적 내열성이 약하나, 식염농도가 증가하면서 비가열의 경우 생육도가 낮아짐에도 불구하고 내열성은 약간 증대되는 경향을 보이고 있다. 즉, 소금농도는 저온살균효과를 떨어뜨리는 결과를 보이는데, 이러한 현상은 내염성 효모의 생리적 특성에서 기인하는 것으로 생각된다.

2) 당농도

포도당을 5-20%로 첨가한 배지에서의 저온살균효과는 표4-49와 같다.

표4-49. 효모의 저온살균시 당농도의 영향

포도당농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
5	100	9.0	5.1
10	115.4	15.4	12.8
15	96.9	14.1	16.4
20	102.6	30.8	17.9

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

당농도가 증가함에 따라 내열성은 현저히 증대됨으로써 고온에 대한 당의 보호기능을 보여주고 있다. 이 결과 역시 앞의 표4-48과 결부시켜볼 때 내삼투압성 효모의 생리적 특성으로 생각된다.

3) 단백질의 함량

단백질의 영향을 구명하기 위해 peptone 을 1-10%수준으로 첨가한 내열시험 결과는 표4-50과 같다.

단백질의 농도가 높을수록 내열성이 증가됨을 알 수 있다. 그러나 배양액의 단백질 농도가 극단적으로 높으면 효모의 생육이 상당히 억제되는데, 원인을 규명하기 위해서는 보다 자세한 연구가 필요하다.

표4-50. 효모의 저온살균시 peptone 농도의 영향

Peptone농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
1	100	8.4	5.6
3	81.1	8.4	4.6
5	83.3	15.1	5.1
10	65.6	15.9	10.7

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

4) 산도의 영향

숙성된 고추장의 pH는 5.0내외이다. 따라서 pH4.0-6.0으로 조절된 배양기에서 저온가열이 생육에 미치는 영향을 조사한 결과는 표4-51과 같다.

표4-51. 효모의 저온살균시 산도의 영향

pH	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
4.0	102.5	5.5	2.5
4.5	105.0	7.5	2.8
5.0	116.3	8.8	4.5
5.5	106.3	10.2	6.5
6.0	100	8.5	5.4

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

산도에 따른 균의 생육도에는 큰 차이가 없고 내열성에도 뚜렷한 차이를 볼 수 없다. 일반 식품 미생물의 가열살균시 산도가 증가하면 살균효과도 높아지는 현상과는 비교가 되며(81), 본 시험균주가 극단의 내산성 효모임을 감안할 때 저온살균시 특히 유의할 사항이다.

5) Ethanol의 농도

Ethanol을 6%수준까지 첨가하여 저온살균에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 4-52와 같다.

표4-52 효모의 저온살균시 ethanol농도의 영향

Ethanol(%)	가	열	시	간(분)
	비가열		5	10
0	100	8.5	5.7	
1	105	5.3	1.8	
2	87.5	3.8	0	
3	92.5	0	0	
4	115	0	0	
5	91.3	0	0	
6	107.5	0	0	

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

제2장에서 기술한 바와 같이 고추장에서 분리된 효모들은 모두 강한 내알콜성을 지닌 균주들로 6%의 알콜농도에서도 생육에 지장을 받지 않는다. 그러나 2%이상의 알콜이 존재 하에서도 내열성이 현저히 하락함으로써 알콜의 효능을 입증하고 있다.

알콜이 효모의 사멸온도에 미치는 영향에 대해서는 비교적 자세히 연구되어 있는데, 특히 제4장 제3절에서 이미 지적한 바와 같이 효모가 자가생산한 알콜보다 인위적으로 첨가할 경우 더 심한 저해를 받는다. 이러한 현상은 효모가 알콜을 생산할 경우 주어진 환경에서 충분히 적응해가면서 생산하게 되나, 인위적으로 첨가할 경우 급격한 환경변화에 미쳐 효모가 적응을 하지 못하는 데에 원인이 있는 것으로 추정된다(75-77).

6) 식초산의 영향

Acetic acid가 0.1-0.5%수준에서 효모의 내열성에 미치는 영향은 다음 표 4-53과 같다.

표4-53. 효모의 저온살균시 식초산농도의 영향

식초산농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
0	100	8.5	5.7
0.1	83	6.2	3.4
0.2	65	1.5	0
0.3	48	0	0
0.5	26.0	0	0

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

배지의 식초산 농도가 0.3%수준이면 효모의 생육도는 50%이하 하락하고, 0.5%에서는 26%수준까지 저해를 받으며, 저온살균시에는 0.2%수준에서도 완전 살균이 가능하다. 이러한 사실은 앞의 ethanol의 결과와 결부시켜 볼 때 실용상 상당히 유용한 자료로 판단된다. 다만 식초산의 항균작용은 비해리된 식초산 분자에 의해 야기되는 것으로 식초산이 약산이라는 점을 감안할 때 pH5.0이하의 산성조건에서 효과를 볼 수 있다.

식초산은 젖산과 더불어 고추장의 산미를 결정하는 주체임은 이미 앞에서 밝힌 바 있다. 또한 식초산의 첨가는 개스생성을 억제하는 대단히 유효한 수단임이 밝혀졌다. 다만 문제는 식초산의 첨가에 의해 산미의 증가로 풍미를 저락시킨다는 점이다. 여기에서는 이러한 문제를 좀더 명확히 하기 위해 고추장에 대한 식초산과 젖산의 적정곡선을 구한 결과 표4-54와 같다.

관능시험 결과 고추장의 풍미가 산미에 의해 훼손되는 산도는 대략 pH4.3 부근이다. 따라서 본 시험 고추장의 경우 0.5%의 식초산을 가할 경우에 해당되며, 개스생성억제의 유효수준인 0.3%에서는 산미가 크게 느껴지지 않는다.

표4-54. 식초산과 젖산의 첨가량에 대한 고추장의 pH

산용액 첨가량(mL)	0.1N-식초산		0.1N-젖산	
	g%농도	pH	g%농도	pH
0	0	4.67	0	4.67
1	0.06	4.61	0.09	4.58
2	0.12	4.56	0.19	4.49
3	0.18	4.52	0.27	4.41
4	0.24	4.48	0.36	4.33
5	0.30	4.45	0.45	4.27
6	0.36	4.42	0.54	4.21
7	0.40	4.39	0.63	4.15
8	0.46	4.37	0.72	4.09
9	0.52	4.34	0.81	4.04
10	0.58	4.32	0.90	4.00
11	0.64	4.30	0.99	3.96
12	0.70	4.28	1.08	3.96

*고추장 10g에 대한 실험 결과임
*g%농도는 고추장에서 환산된 산농도임

7) 젖산의 영향

전통고추장의 젖산농도는 다양하나 2%이하에 머물러 있다. 본 연구에서 배지나 고추장의 산도를 조절할 경우 젖산을 사용했다. 이러한 면에서 0.5-2%수준의 젖산이 저온살균에 미치는 영향을 조사한 결과는 표4-55와 같다.

표4-55. 효모의 저온살균시 젖산농도의 영향

젖산농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
0	100	8.5	5.7
0.5	105	10.8	4.6
1	95	10.5	6.3
2	85	6.8	4.2

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일
*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

2%수준까지 젖산의 증가에 따라 생육도는 약간 억제를 받는 경향을 보였으나 내열성에는 뚜렷한 차이를 보이지 않고 있다.

8) Glycerol의 영향

Glycerol을 5%수준까지 첨가하고 내열성에 미치는 영향을 검정한 결과는 다음 표4-56과 같다.

표4-56. 효모의 저온살균시 glycerol농도의 영향

glycerol농도(%)	가 열 시 간(분)		
	비가열	5	10
50℃에서는 10분			
0	100	8.5	5.6
1	110	7.8	6.3
3	105	12.3	8.2
5	96	15.0	10.9

*가열온도: 55℃, 배양온도: 25℃, 배양기간: 2일

*생육도(%) = (가열처리 균량 / 비가열 균량) x 100

균의 생육에 미치는 직접적인 영향은 발견되지 않으며, 농도가 높을수록 내열성이 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 현상은 glycerol이 내열성을 증진시킨다는 점을 고려하면 충분히 예견되는 일이다.

문헌상 내삼투압성 효모의 내삼투기작은 glycerol과 같은 polyol 을 생산하여 삼투압에 저항하는데(82), 본 연구과정에서도 식염농도가 높을수록 glycerol의 생성량이 높으며, 액체배지에서는 발견되지 않으나 고추장의 분석에서는 glycerol외에 상당량의 arabitol이 동시에 검출됨으로써 이러한 이론을 입증하고 있다.

한편, glycerol은 내알콜성과도 연관할 것으로 추정되는 연구보고도 있으나 확인된 바는 없다(75). 다만 내알콜성의 기작도 내열성 및 내당성과 같은 내삼투압성의 기작과 궤를 같이 한다고 볼 때 고추장에서 glycerol의 존

재는 주목할 필요가 있으며, 이것은 효모가 알코올을 생산할 때 상응하는 량의 glycerol도 생산하여 적응해 가는데 인위적으로 ethanol를 첨가할 경우 미처 이것에 적응하지 못함으로써 심한 저해를 받는다는 가설을 제시할 수 있기 때문이다.

다. 소분 고추장의 열전도 특성

가열살균법에 의해 풍미의 손상을 최소로 하면서 소정의 목적을 달성하기 위해서는 연속식 저온살균장치가 가장 이상적이라 할 수 있으나 고추장이 고점도 식품이라는 점에서 이 장치의 사용에는 문제가 있으며, 고가의 장비라는 점에서 영세한 전통고추장 생산자들에게는 구입에 무리가 따를 수 밖에 없다.

정치식 가열장치 또한 이용에는 문제가 있다. 즉, 고추장은 반고형식품으로 열의 전달속도가 대단히 느리고(79, 80), 현실적으로 균일한 열처리가 불가능하며, 작업이 개방되어 2차오염의 위험을 안고 있다. 따라서 전통고추장의 생산업체의 영세성을 감안할 때 실용적인 면에서 간편하면서도 확실한 효과를 보증할 수 있는 방법으로 1-2kg의 소분품을 플라스틱 필름에 담아 저온에서 가열살균하는 방법이 가장 유리할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 이 방법의 실용화에 있어 고추장의 열전달특성이나 관련인자의 영향, 저온살균 효과 및 풍미에 미치는 영향 등을 검토하였다.

1) 고추장의 열전달속도에 미치는 영향인자

가) 수분함량

전분을 사용하여 수분함량을 40-60%로 보정한 고추장을 수욕 중에서 가온하면서 중심부의 온도상승도를 경시적으로 측정하여 수분함량이 열전달속도에 미치는 영향을 간접적으로 측정한 결과는 다음 표4-57과 같다.

수분함량이 높아지면서 열의 전달속도는 약간씩 빨라지는 경향을 보이며, 이러한 경향은 초기단계에서 보다 뚜렷하게 나타나고 있다. 한편 고추장의

표4-57. 고추장의 수분함량에 따른 열전달속도

측정시간(분)	수 분 함 량(%)				
	40	45	50	55	60
10	28.1	28.1	30.3	33.3	34.8
20	33.6	33.6	36.7	39.4	40.3
30	39.7	39.8	42.5	43.7	44.8
40	44.7	45.2	47.3	48.2	49.4
50	48.7	49.2	52.2	51.6	52.8
60	51.6	52.4	53.8	54.0	55.0
70	53.9	54.6	55.7	55.9	56.7
80	55.5	56.2	57.1	57.2	58.1
90	56.7	57.4	58.1	58.1	58.9
100	57.5	58.2	58.7	58.7	59.3
110	58.1	58.8	59.1	59.1	59.5
120	58.6	59.2	59.4	59.4	59.7
130	58.9	59.5	59.6	59.6	59.8
140	59.2	59.7	59.7	59.7	59.9
150	59.3	59.8	59.8	59.8	59.9
160	59.4	59.9	59.9	59.9	59.9

*수욕온도: 60℃, 고추장 출발온도: 27.1℃, 고추장 량: 500g

부풀림을 야기하는 효모류의 사멸조건은 55℃에서 10분 정도의 열처리로 가능한데, 이러한 조건에 도달하는 시간을 비교한 바 60%의 고추장 60분, 50-55% 67분, 45% 72분, 40% 76분에 55℃에 도달하여 대략 20분 이내의 시차를 보인다. 그러나 이러한 차이는 고추장의 중량이 달라지면 더욱 커질 수 있겠으나 실용적인 면에서 고추장의 수분함량이 소분한 고추장의 살균조작에서 크게 고려될 점은 아니라고 생각된다.

나) 소분한 고추장의 포장단위별 열전달속도

순창 전통고추장의 판매는 1-2kg 포장품이 대중을 이루고 있으며, 점차 250, 500g단위의 소포장품의 요구도 증가하는 추세이다. 따라서 이 점을 고려하여 포장단위별로 열전달속도를 측정한 결과는 다음 표4-58과 같다.

표4-58. 고추장의 포장단위별 승온속도

시간(분)	포 장 단 위(g)			
	100	500	1000	2000
10	39.2	37.0	29.6	28.9
20	51.3	42.4	33.9	29.1
30	56.6	47.4	36.5	30.3
40	58.5	50.0	39.3	32.1
50	59.2	52.5	42.3	34.6
60	59.4	54.2	44.7	37.4
70		55.8	46.7	40.0
80		56.6	48.7	42.4
90		57.4	50.2	44.6
100		57.8	51.3	46.6
110		58.3	52.0	48.4
120		58.8	53.0	49.8
130			53.8	51.4
140			54.5	52.4
150			55.1	52.8
160			55.7	54.0
170			56.1	54.9
180			57.0	55.6

*수욕온도: 60℃, 고추장 출발온도: 27.1℃

포장단위별로 55℃에 도달하는 시간은 100g포장은 30분, 500g은 70분, 1kg은 150분, 2kg 은 170분이 소요된다. 즉, 1kg이하의 소포장은 30-1시간, 1kg이상은 2시간 정도의 가열시간이 소요되며, 이 조건은 다소 미흡한 감이 있으나 고추장에 함유된 식초산이나 알콜의 공조로 충분히 보완될 것으로 생각된다.

다) 출발온도별 열전달속도

순창 전통고추장은 대부분 노천에 방임적으로 저장한다. 따라서 가열살균의 출발온도는 다양할 수 밖에 없고, 풍미손상을 막기 위해서는 되도록 가열조건을 완화할 필요가 있어 4-30℃에 저장된 고추장의 열전달속도를 측정, 비교한 결과는 다음 표4-59와 같다.

표4-59. 고추장의 가열살균시 초기품온별 승온속도

가열시간(분)	승 온 온 도(℃)		
	3.9	19.2	29.2
10	6.4	23.6	31.2
20	15.3	31.4	37.0
30	27.3	39.3	42.4
40	37.2	45.4	47.4
50	44.3	49.8	50.0
60	49.1	53.0	52.5
70	52.3	54.9	54.2
80	54.6	56.5	55.8
90	56.1	57.5	56.6
100	57.3	58.2	57.4
110	58.1	58.7	58.3
120	58.5	59.0	58.6

*수욕온도: 60℃, 고추장 량: 500g

표4-59에서 볼 수 있는 바와 같이 초기의 전달속도에는 상당한 차이가 있으나 55℃ 도달시간에는 큰 차이가 없어 500g 시료의 경우 70분 정도가 소요되고 있다. 이것은 온도구배가 클수록 열전달이 빨라지는 데에 원인이 있다고 생각된다.

2) 소분 고추장의 저온살균 효과

수분함량 50%에 6개월 숙성시킨 고추장 1kg을 60℃의 수욕에서 1-4시간 정치하면서 저온살균하여 가열전후 및 실온에서 60일간 저장 후에 균총의 변화를 관찰한 결과는 표4-60과 같다.

살균전 효모 2.8E8, 젖산균 3.8E7, 일반세균 1.4E7의 균총을 지닌 고추장을 가열살균한 결과 효모는 1시간 가열에서 1.8E3으로 감소하였고, 2시간 가열구는 10마리 이하로 부패를 방지를 충분히 달성할 수 있었다. 더욱이 60일 후의 조사에서도 1시간 가열 5.2E6, 2시간 가열 3.4E2 마리로 검출되어 고추장의 부패현상을 야기할 수 있는 최소균체수 1.0E7에 크게 미흡

표4-60. 고추장의 저온살균이 균총에 미치는 영향

살균시간(시)	조사시기(일)	균 총(CFU/g)		
		효모	젖산균	일반세균
0	0	2.9E8	3.8E7	1.4E7
	60	5.2E	2.5E8	3.4E7
1	0	1.8E3	5.2E5	1.0E7
	60	5.2E6	1.4E7	1.2E7
2	0	<10	3.3E3	7.8E6
	60	3.4E2	4.1E5	1.0E7
3	0	ND	<1.0E2	2.5E5
	60	ND	1.3E4	4.1E6
4	0	ND	ND	2.0E5
	60	ND	ND	3.6E6

*1kg의 고추장을 60℃의 수욕 중에서 소정시간 가열하고, 실온에서 보관후 조사함.

하여 보존성을 크게 향상시켰음을 알 수 있다. 3시간 이상의 가열은 완전 살균의 의미는 있으나 가스발생억제라는 본래의 목적에서 볼 때는 큰 의의가 없다고 본다.

한편 젖산균의 번무는 강한 산미의 원인이 될 수 있는데 1시간 가열에서 5.2E5, 2시간 가열 3.3E3으로 효모에 비해서는 제균효율이 약간 떨어지나 60일 후에도 1.4E7-4.1E5수준을 넘지 않아 풍미에 영향을 줄 정도는 아니다. 그러나 일반세균에 대해서는 60℃의 저온살균이 효과가 낮음을 알 수 있는데, 이것은 일반세균의 대부분이 내열성의 포자형성 세균인 *Bacillus*속이 주류를 이루고 있기 때문이다. 이들은 비교적 내열성이 낮기 때문에 고추장의 성분변화에 뚜렷한 역할을 하지 못한다. 따라서 저온살균시 1kg의 고추장을 60℃의 수욕에서 2시간 가열하면 가스발생의 원인균을 효과적으로 제어할 수 있다는 결론을 얻었다.

3) 저온살균이 고추장의 성상에 미치는 영향

고추장을 60℃에 1-4시간 가열하여 제반 식품학적 성상의 변화를 조사한

결과는 표4-61과 같다.

표4-61. 고추장의 저온살균에 의한 성분변화

조사항목	조사시기	살 균 시 간(시간)				
		0	1	2	3	4
pH	0	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65
	60	4.54	4.40	4.51	4.60	4.60
포도당	0	6.76	6.67	6.75	6.75	6.54
	60	5.25	6.24	6.41	6.70	6.70
총환원당	0	10.47	10.45	10.40	10.45	10.42
	60	6.82	8.82	9.98	10.21	10.20
젖산	0	0.78	0.77	0.74	0.75	0.77
	60	1.11	1.24	1.13	0.84	0.82
식초산	0	0.11	0.08	0.07	0.07	0.07
	60	0.23	0.25	0.15	0.12	0.12
glycerol	0	0.69	0.66	0.66	0.68	0.65
	60	0.81	0.74	0.71	0.65	0.65
ethanol	0	2.59	2.00	1.85	1.87	1.83
	60	3.20	2.51	2.00	1.85	1.34

*1kg의 고추장을 60℃의 수욕 중에서 소정시간 가열하고, 실온에서 보관후 조사함

60℃에서 4시간 정도의 가열처리로는 고추장의 제반 성상에 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 한편, 실온에서 60일간 저장한 결과 비가열구의 급격한 성분변화와 부풀림이 관찰되었던 것에 반해서 1시간 가열구의 표면에 일부 산막효모가 발견되었던 것 외에는 뚜렷한 이상징후는 발견되지 않았다.

고추장의 숙성에는 3-6개월의 기간이 걸린다. 숙성이 완료되면 성분의 변화가 없이 일정성상을 유지하면서 고유의 풍미를 지니게 된다. 이때 급격한 환경변화는 균형을 유지하고 있는 균총에 변화를 가져오고, 균총의 변화는 부풀림현상과 같은 외형적 변화와 더불어 물질의 조성에도 영향을 미치게 된다. 고추장에서 이러한 변화를 초래하는 대표적인 요인이 급격한 온도상승이나, 교반 및 소분등이다. 이러한 이유로 비가열구는 심한 품질

의 저락을 가져왔으나 본 실험에서와 같은 밀봉-저온가열법은 고추장의 보존성을 향상시키는 데에 효과적인 방법임이 입증되었다.

라. 저온 살균이 고추장의 풍미에 미치는 영향

60℃에서 1-4시간 가열한 고추장의 풍미나 색상의 변화는 표4-62와 같다.

표4-62. 저온살균이 고추장의 색상변화에 미치는 영향

가열시간(시)	색 상 변 화				풍 미
	L	a	b	dE	
0	28.5	16.2	13.2	69.0	+++
1	24.6	13.3	9.8	71.5	+++
2	21.4	11.0	7.6	74.3	++
3	19.5	9.4	5.1	76.0	++
4	18.3	8.1	4.3	76.8	+

*풍미평가기준 “+++” 양호, “++” 보통, “+” 약간이상(무겁다), “-” 불량

가열살균법은 가장 확실하면서도 가장 경제적인 제균방법이다. 그러나 풍미의 저락과 갈변에 의한 색상의 변화가 최대의 결림돌이다. 실험결과 60℃에서 2-3시간 정도의 가열로는 맛이나 냄새 등에 있어 특별히 상품성을 떨어뜨릴만큼 훼손되지는 않았으며, 그 차이를 현지의 민간전문가들도 감별해 내지 못할 정도였다. 그러나 가열시간이 길어지면서 담백한 맛이 조금씩 사라지면서 후미에 약간 이상이 왔는데, 현지에서는 이것을 “무겁다”는 표현을 사용한다.

가열에 의한 색상의 변화는 대단히 심하여 선홍색을 선호하는 소비자에게 있어서는 치명적일 정도이다. 즉, 밝기를 나타내는 L값은 28.5에서 18.3까지, 적색도를 나타내는 a값은 16.2에서 8.1로, 황색도를 나타내는 b값은 13.2에서 4.3까지 낮아지는데, L, a, b값의 하락속도에는 차이가 없이 전체적으로 암적색이 짙어지는 경향을 보였다.

고추장의 색상을 좌우하는 주요인은 고춧가루이며, 고춧가루의 첨가량이나 고추의 건조방법등과 같은 마련방법에 따라 색상이 달라질 수 있다(39,83). 따라서 순창 현지에서는 선명한 색상으로 상품성을 높이기 위해 20%이상으로 첨가량을 높이는 경우도 있고, 가급적 태양초라는 일광건조품을 사용하려고 노력한다. 그러나 고추장은 숙성이 진행되면서 갈변에 의해 점차 선홍색을 잃고 암적색을 띄게되고, 저장기간이 긴 고추장일수록 갈변도는 심하여 현지에서는 이러한 변색은 크게 문제시하지 않는 경향이 있다. 실제 농촌진흥청에서 저장 중인 전통 순창고추장의 조사에서도 L값이 13.42-25.94, a값 8.26-16.44, b 값 0.64-11.05, dE값 65.16-76.61로 시료간에 심한 편차를 보였는데(84), 이 등(46), 신 등(85)의 보고와 비교할 때 월등 암적색이 짙음을 알 수 있다. 어쨌든 1-4시간 가열고추장이 비가열 순창 전통고추장의 평균적인 색도 범위에 속하여(84) 본 가열살균조건이 고추장의 색상에 미치는 영향은 부정적이지는 않고, 충분히 수락할 수 있는 방법이라고 생각한다.

고추장의 선홍색은 고춧가루에서 유래하는 capsantin에 기인하며, 문 등(86)은 저장 중에 a값의 감소를 보고하였다. 이 외에도 a와 b값에는 carotenoid 등도 관여한다(46). 숙성과정에서 이 물질들은 서서히 산화되면서 밝은 색을 잃어가겠지만, 무엇보다도 고추장의 암적색화를 촉진하는 최대의 요인은 환원당과 아미노산류의 결합으로 생성되는 Maillard반응물에 의한 갈변에 가장 큰 원인이 있다. 고추장에서 환원당과 유리아미노산은 필수적인 존재이며, 따라서 숙성과정에서 갈변반응은 필연적인 현상으로 가열에 의한 변색은 이러한 고추장의 숙성과정에서 야기되는 현상을 일시적으로 촉진한 결과일 뿐 맛이나 향에 특별한 이상을 초래하지 않는 2시간 정도의 저온살균법은 위생적인 면에서도 반드시 도입할 필요가 있다고 생각한다.

3. 요약

저온살균법을 고추장에 도입하고자 기초적 실험단계로 개스생성 효모를 대상으로 사멸온도를 조사한 결과 50-55℃에서 10분간의 가열로 50-90%의 제균효과가 있었으며, 소금농도, 당함량, 단백질함량 및 산도 등은 가열살균에 큰 영향을 주지 않았다. 그러나 ethanol과 식초산은 가열살균에 강한 상승효과가 있어 전자가 3%내외 후자는 0.3%에서도 앞의 살균방법에 의해 100%제균이 가능하고, 이들의 작용은 상호보완적이기도 했다.

현지의 사정을 감안하여 1kg내외의 소분품을 대상으로 저온가열법을 실용화하기 위한 연구에서 60℃의 수욕에서 2시간 가열함으로써 풍미의 손상이 없이 개스생성을 억제하고, 저장성을 확보할 수 있다는 결론을 얻었다. 한편 저온살균이 고추장의 풍미에 미치는 영향을 조사한 결과 맛이나 향기면에서는 큰 변화를 가져오지 않았으나, 심한 갈변으로 색깔이 암적색으로 변했다. 그러나 이러한 변색은 장기저장한 고추장에서도 동일하게 일어나고 있어 기호성에 큰 영향을 주지 않을 것으로 본다.

제 7절 포장법의 개선에 의한 개스생성억제 및 저장성 향상

고추장의 포장에는 내용물의 보호와 상품성의 제고라고 하는 이중의 목적이 있다. 이러한 목적을 위해 고추장과 직접 접하는 내포장재가 있고, 내포장재를 보호하면서 시각적 효과를 위해 외포장재가 있다. 내포장재는 직접 식품과 닿아 있기 때문에 우선 위생적으로 안전해야 하고, 식품의 성상을 최대한 보호할 수 있어야 한다.

고추장의 포장방법은 보존수단에 따라 크게 두 가지로 달라지며, 포장재의 선택에도 차이가 있다. 즉, 일반적으로 유통되는 가열살균 고추장에서

쓰이는 유리병이나 pouch와 같이 완전밀봉에 있어서는 기밀을 유지할 수 있다면 포장재의 종류는 큰 문제가 없다. 그러나 순창 전통고추장과 같이 비가열 고추장에서는 생균을 보유하고 있기 때문에 완전밀봉이 불가능하고, 재질의 선택도 어려워진다.

생고추장의 포장에 있어 해결해야 할 문제점은 일시에 다량의 개스가 발생하고, 고추장이 고점질성 식품이어서 발생한 개스의 상당량을 내부에 포용하면서 식품 자체가 팽창하고, 용기에 대한 부착력이 강한데에서 기인한다. 포장시 개스발생이 문제가 되는 김치류에서는 탄산가스 흡수제를 삽입하거나 membrane filter를 부착한 구멍으로 개스를 방출시키는 방법으로 팽창의 문제를 해결하고 있다. 고추장이나 된장의 경우 탄산가스흡수제의 응용이 시도되었으나 효과가 크지 않고, 배기공을 설치하는 방법도 고추장의 강한 접착성 때문에 재팽창시에는 효과가 없다.

고추장의 포장에서 오는 어려움은 통기성과 신축성이 높은 포장재를 사용함으로써 일부 해결이 가능하다고 하나 정형을 갖춘 외포장 용기에도 문제가 있다. 식품규격상 과대포장을 금하고 있어 고추장 밖의 개스는 구멍을 통하거나 포장을 풀어 방출시킨다 해도 고추장 자체의 체적증가로 내용물이 용기에서 넘쳐나옴으로써 상품성을 잃게 된다. 이 점은 본 연구에서 해결해야 할 최대의 과제이며, 실상 본 연구의 출발도 여기에 있다고 보아야 한다.

유통과정에서 발생하는 팽창의 문제는 근본적으로 개스발생을 철저히 억제함으로써 해결해야 하겠으나 개스발생 및 팽창현상은 저장 중에 과도한 개스발생으로 당의 소비가 심한 경우가 있으나 고추장의 풍미에 주는 영향은 크지 않으며, 오히려 숙성과정에서 발생하는 자연스러운 발효현상의 일부이기도 하다. 따라서 본 연구에서는 개스가 발생하는 고추장을 최대한 수용하면서, 팽창을 완화할 수 있는 포장법을 찾고자 시행되었다.

한편 순창 현지에서는 두께가 얇은 polyethylene(PE)나 polypropylene(PP) 필름이 주로 사용되고 있다. 필름의 두께가 얇은 것은 통기성을 고려했다기 보다는 순창지방의 특색으로 입구를 끈으로 동여매기 쉽게 하기 위함이다. 어쩔 수 없는 플라스틱 필름 포장인 순창 고추장이 상업화 단계에 접어들면서 보편적으로 쓰이게 되었으며, 어쩔 수 없는 선택이기도 하다. 본 연구에서는 이러한 포장방법이 저장성이나 고추장의 풍미에 미치는 영향을 아울러 조사하였다.

1. 재료 및 방법

가. 재료

1) 포장재료 및 용기

가) 플라스틱 필름

Polyethylene(PE), polypropylene(PP), polyvinyl chloride(PVC), polyvinylidene chloride(PVDC)

나) 플라스틱 용기

PE, PP, PVC, PVDC, poly styrene(PS)

다) 유리병

2) 시료 고추장

제3장 4절의 표3-100과 같은 조성을 지닌 고추장을 사용하였다.

나. 시험방법

1) 팽창도 측정

팽창도에 미치는 영향을 조사하기 위해서는 시험용기에 일정량의 시료를 넣고, 시약수저로 충분히 교반하여 내부의 공기를 완전히 방출시킨 다음, 가볍게 충격을 주어 용기에 밀착되도록 충전하였다. 한편 일단 팽창한 시료는 다시 같은 조작을 반복하여 원상태로 회복시켜 조사하였다. 팽창도의

측정은 유리병과 같은 비신축성 용기의 경우에는 고추장의 체적증가를 측정하였고, 플라스틱 필름과 같이 용기가 부풀어 오르는 경우에는 수조에 담그어 불어나는 물의 증가량을 측정하여 원시료의 체적에 대한 비율로 팽창도를 표시하였다.

다. 투과도의 측정

처리전후의 내용물의 증량감소량을 측정하고 원재료에 대한 비율로 표시하였다.

라. 탈기 및 탄산가스 충전

탈기조작은 플라스틱 필름 용기에 일정량의 고추장을 넣고, 필름의 입구를 오므려 vacuum pump의 관과 연결하여 고추장이 빨려오지 않도록 조심스럽게 진공도 -50mmHg수준까지 시행하여 내부의 공기를 충분히 방출시킨 다음 밀봉하였다. 탄산가스의 충전은 동일한 조건으로 탈기한 다음 상압수준으로 행하였다.

마. 미생물학적 및 이화학적 성상

제2절의 방법에 따라 측정하였으며, 갈변도는 제4장 6절의 방법으로 측정하였다.

바. 열전도도 및 보냉효과

제4장 6절의 방법에 따라 전기온도계를 측정시료의 중심에 두고, 온도변화를 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 포장재의 신축성이 팽창도와 저장성에 미치는 영향

고추장의 팽창에 대응하기 위해서는 신축성이 있는 포장재가 필요하며, 비신축성 포장재에서는 용기의 형태도 팽창도와 유관하여 시험한 결과는 표 4-59 및 표4-60과 같다.

1) 신축성의 고저가 팽창도에 미치는 영향

포장재의 신축도에 따라 고추장의 소분 초기에서 팽창도에 미치는 영향은 표 4-59와 같다.

표4-59. 포장재의 신축도에 따른 고추장의 팽창도(25℃)

포장재	저 장 기 간(일)						
	1	2	3	4	5	6	7
PVDC 필름	8	23	47	74	67	53	41
PE/PP 필름	4	19	41	65	55	50	38
PVC 필름	5	15	42	64	61	42	34
플라스틱 용	18	48	53	89	76	63	62
유리병	22	54	72	105	82	78	75

*원시료에 대한 부피증가 비율(%)

25℃의 온도조건에서 소분된 고추장의 팽창은 4-5일 이내에 최고치에 달하는 급속한 것으로 본 시험에서도 이러한 경향을 볼 수 있다. 포장재의 신축도에 따른 차이는 뚜렷한 경향을 보여 비신축성인 유리병에서 가장 팽창도가 크고, 플라스틱 용기가 그 다음이고, 신축성이 큰 플라스틱 필름류는 상당히 낮아 신축성 큰 재료의 사용이 고추장의 팽창을 어느 정도 완화시킬 수 있음을 알 수 있다. 플라스틱 필름간에는 큰 차이가 없으나 PE/PP 나 PVC에 비해 PVDC에서 약간 팽창도가 높다.

2) 비신축성 용기의 형이 팽창도에 미치는 영향

직경이 다른 비신축성 용기에 같은 량의 고추장을 담고, 4일 후에 팽창도를 측정된 결과는 표4-60과 같다.

같은 량의 고추장이라 하여도 담긴 용기의 폭이 넓을수록 팽창도는 낮아지는 경향이 있다. 이러한 현상은 일차적으로 표면적이 넓으면 개스의 방출이 보다 원활한데서 오는 결과로 생각되나, 고추장의 팽창도를 단순히 개

표4-60. 표면적이 다른 고추장의 팽창도 비교(25℃)

직경(cm)	팽창도(%)
8	127
9.5	118
10	115
11	106
12	102
15	103
16	102

*원시료에 대한 부피증가 비율(%)

스의 발생량으로 규정할 수 없듯이 보다 복합적인 요인을 고려해야 한다. 팽창도를 좌우하는 또 다른 주요 요인으로는 고추장의 점성을 들 수 있다. 점도가 강하면 개스의 포집력은 강해지나 팽창에 대한 저항성도 증가하여 양자간에는 보다 복잡한 수리적 계산이 필요해진다. 어쨌든 본 실험 결과가 급적 용기의 높이에 비해 면적이 넓을수록 유리하다고 할 수 있다.

나. 포장재의 투과성이 팽창도와 저장성에 미치는 영향

통기성이 다른 포장재의 종류별로 내용물 손실율이나, 팽창도 및 고추장의 특성에 미치는 차이를 조사한 결과는 표4-61에서 표4-65과 같다.

1) 투과성 포장재의 종류별 내용물의 손실량

투과성 포장재의 저장 중 내용물의 손실량을 조사한 결과는 표4-61과 같다.

포장재의 재료별로 누출(漏出)에 의한 감소량은 PVC가 1.9%로 가장 높고, PP는 1.2%, PE 1.0%이고, PVDC는 0.2%로 가장 낮다. 포장용 필름의 투과성은 산소나 수증기와 같은 기체의 통과속도를 나타내는 지표로 주로 방식이나 산화방지를 위한 목적에서 관심의 대상이 되고 있다. 플라스틱 폴리머의 투과도는 플라스틱의 기본 monomer의 유기화학적 특성(degree of motion)이나 중합과정에서의 측지의 생성도(packing)에 의해 좌우되는 것으로

표4-61. 투과성 포장재로 포장한 고추장의 저장 중 증량변화(25℃, x)

포장재	조 사 시 기(일)					
	10	20	30	40	50	60
PE	100	99.7	99.4	99.1	99.1	99.0
PP	100	99.6	99.1	99.0	98.9	98.8
PVC	100	99.3	99.0	98.7	98.4	98.1
PVDC	100	100	100	99.9	99.8	99.8

*출발당시의 증량에 대한 비율임
*필름의 두께 0.04mm

로 화학종이나 합성방법에 따라 큰 차이가 있다(86-88). 식품포장에 널리 쓰이는 플라스틱 필름 중에서 PVC의 0.04mm 필름의 투과도는 113.5g/m²/24hr이며, PE와 PP는 14 정도이고, PVDC는 2.5정도이다. 즉, PVC가 가장 높고, PVDC가 가장 낮다. 이 자료를 근거로 계산한 이론치에 비해 내용물의 손실량은 상당히 낮다. 이러한 현상은 일차적으로 고추장의 낮은 수분활성에 원인이 있다(85). 그러나 플라스틱 필름 포장에서 증량의 감소는 단순한 수증기의 일탈이 아니라 침출현상이 동시에 일어났음을 의미하며, 실제로 20일 정도 지나면 내용물과 동일한 성분이 포장의 표면에서 감지된다. 즉, 고추장의 물성학적 특성상 투과성이 좋은 포장재에서는 수증기 상태뿐만 아니라 액상의 침출현상을 염두에 두어야 한다.

동원된 포장재료 중 PE의 두께에 따른 투과에 의한 손실량을 측정한 결과는 표4-62와 같다.

0.02mm 두께의 PE는 20일 저장에서 1.0%, 40일 후 1%, 60일 후 2.1%의 증량 감소를 보이고 있고, 0.04mm에서는 20일 후 0.3%, 40일 후 0.9%, 60일 후 1.0%가 감소를 보인다. 또한 보다 두꺼운 필름에서도 장기저장시 비록 적은 양이나마 공통적으로 누출되고 있음을 볼 수 있다. 고추장의 필름포장에서 누출량은 극히 적어 실제적으로 문제는 없다. 다만 표면에 점질성

의 누출액이 존재함으로 오는 불쾌감과 같은 시각적인 문제가 크다.

표4-62. polyethylene 필름의 두께별 고추장 저장 중 중량변화(25℃, x)

두께(cm)	조 사 시 기(일)		
	20	40	60
0.02	99.0	98.6	97.8
0.04	99.7	99.1	99.0
0.06	100	99.8	99.5
0.10	100	100	99.7

*출발당시의 중량에 대한 비율임

2) 투과성 포장재의 종류별 팽창도

투과성 플라스틱 필름으로 소분포장한 고추장의 저장과정에서 필름의 종류별 및 두께별 팽창정도는 표4-63과 같다.

표4-63. 포장재의 종류와 두께에 따른 저장 중 고추장의 팽창도(25℃)

포장재	두께(mm)	조 사 시 기(일)			
		5	20	40	60
PE	0.02	54	33	19	12
	0.04	55	36	22	10
	0.06	55	41	28	15
PP	0.02	55	30	15	14
	0.04	54	37	24	18
	0.06	58	43	30	17
PVC	0.02	52	24	12	14
	0.04	61	30	10	13
	0.06	58	32	27	20
PVDC	0.02	63	49	40	38
	0.04	87	75	66	51
	0.06	89	71	68	55

*출발당시의 중량에 대한 비율임

비교적 투과성이 큰 PE, PP 및 PVC에 비해 PVDC의 팽창도가 높으며, 같은 종류의 플라스틱간에도 필름의 두께가 두꺼울수록 더 많이 팽창함을 알 수 있다. 즉, 팽창도는 필름의 투과성과 밀접한 연관이 있어 투과성이 좋을수록 또한 얇은 필름일수록 고추장의 팽창도는 줄어든다고 할 수 있다.

3) 투과성 포장재의 종류별 효모균총의 변화

소정의 필름에 소분한 고추장의 저장 30일 및 60일 후 포장 필름별 효모의 균체수를 조사한 결과는 표4-64와 같다.

표4-64. 투과성 포장재의 종류에 따른 효모수의 변화(25℃)

포장재	두께(mm)	조 사 시 기(일)	
		30	60
PE	0.02	4.2E7	3.3E7
	0.06	3.1E7	1.5E7
PP	0.02	3.7E7	3.0E7
	0.06	1.6E7	1.0E7
PVC	0.02	4.5E7	7.8E7
	0.06	3.2E7	4.3E7
PVDC	0.02	2.1E7	1.1E7
	0.06	2.5E7	1.0E7

*포장시 균량 2.8E8 CFU/g

소분후 효모의 균체수는 일시적으로 4.5E8까지 급속히 증가하면서 팽창하나 점차 안정을 찾으면서 감소하여 소분 30일 후에는 1.6-4.5E7, 60일 후 1.0E7수준으로 평형을 이루고 있다. 포장재의 종류나 두께간에는 뚜렷한 차이는 발견되지 않는다.

4) 투과성 포장재의 종류별 고추장의 특성변화

소분후 고추장의 식품학적 성상변화는 표4-65와 같다.

표4-65. 투과성 포장재의 종류별 고추장 저장 중 특성변화(25℃)

포장재	두께(mm)	조사항목	조 사 시 기(일)	
			30	60
PE	0.02	pH	4.65	4.64
		총환원당(g%)	9.78	9.64
		알콜함량(g%)	2.65	2.71
	0.06	pH	4.56	4.58
		총환원당(g%)	10.23	10.00
		알콜함량(g%)	2.18	2.31
PP	0.02	pH	4.66	4.63
		총환원당(g%)	9.95	9.42
		알콜함량(g%)	2.62	2.54
	0.06	pH	4.57	4.60
		총환원당(g%)	9.82	9.75
		알콜함량(g%)	2.22	2.41
PVC	0.02	pH	4.65	4.60
		총환원당(g%)	9.24	8.78
		알콜함량(g%)	2.64	2.75
	0.06	pH	4.66	4.62
		총환원당(g%)	9.79	9.64
		알콜함량(g%)	2.54	2.37
PVDC	0.02	pH	4.55	4.54
		총환원당(g%)	10.09	9.92
		알콜함량(g%)	2.08	2.24
	0.06	pH	4.50	4.51
		총환원당(g%)	10.23	9.99
		알콜함량(g%)	1.98	2.11

*포장시 정상 pH4.64, 총환원당 10.65(g%), 알콜함량 2.11(g%)

전체적으로 pH, 총환원당 및 알콜함량이 큰 차이가 없다. 즉, 포장재의 종류는 소분된 고추장의 60일간의 저장에서 큰 영향이 없음을 알 수 있다.

5) 투과성 포장재의 밀봉조건에 따른 내용물의 손실량

플라스틱 필름에 고추장을 소분할 때 탈기나 탄산개스의 치환과 같은 조작을 달리하여 밀봉하였을 경우 저장 중 누출에 의한 중량감소량은 표4-66과 같다.

표4-66. 투과성 포장재의 밀봉조건에 따른 고추장의 저장 중 증량감소를 (25℃)

포장재	밀봉방법	조 사 시 기(일)		
		20	40	60
PE	상압밀봉	99.7	99.1	99.0
	감압밀봉	99.9	99.4	99.0
	탄산가스 치환	99.4	99.1	99.0
PVDC	상압밀봉	100	99.9	99.8
	감압밀봉	100	99.9	99.8
	탄산가스 치환	99.9	99.8	99.8

*출발당시의 증량에 대한 비율임

일차 탈기한 다음 탄산개스를 상압까지 충전하여 밀봉하였을 경우 단순밀 봉구와 큰 차이가 없으며, 탈기-밀봉구는 20일 조사시에 약간 누출량이 적 으나, 점차 시일이 경과하면서 처리간에 같은 경향을 보인다. 한편 PE보다 투과성이 낮은 PVDC도 필름간에는 차이가 있으나 처리조작간에는 뚜렷한 차 이가 없다.

5) 투과성 포장재의 밀봉조건이 고추장의 팽창에 미치는 영향

소분, 밀봉시 탈기 및 탄산가스치환조작에 따른 포장품의 팽창도의 조사 결과는 표4-67과 같다.

탈기 후 밀봉구는 전 조사기간에 현저히 부풀어 오름이 억제됨을 알 수 있고, 이러한 현상은 투과성이 낮은 PVDC포장에서 더욱 뚜렷하다. 탄산개 스택치환구도 상압밀봉의 무처리구에 비해 상당히 팽창도가 낮아 약간의 효과 를 인정할 수 있다. 이러한 결과는 탈기나 탄산개스의 치환조작이 미생물 의 생육에 영향을 준데서 온 것으로 생각된다(89-92).

6) 투과성 포장재의 밀봉조건이 효모의 균총변화에 미치는 영향

탈기 및 탄산개스로 치환한 밀봉품의 저장 중 효모의 균체수는 다음 표 4-68과 같은 차이를 보였다.

표4-67. 투과성 포장재의 밀봉조건에 따른 고추장의 팽창도(25℃)

포장재	밀봉방법	조 사 시 기(일)			
		5	20	40	60
PE	상압밀봉	55	36	22	10
	감압밀봉	15	23	16	7
	탄산가스 치환	52	27	15	8
PVDC	상압밀봉	70	63	52	40
	감압밀봉	0	14	10	6
	탄산가스 치환	46	38	32	24

*원시료에 대한 부피증가율(%)

표4-68. 투과성 포장재의 밀봉조건에 따른 고추장 저장 중 효모의 균총변화(25℃)

포장재	밀봉방법	조 사 시 기(일)	
		30	60
PE	상압밀봉	3.8E7	3.3E7
	감압밀봉	1.0E7	1.0E7
	탄산가스 치환	2.1E7	1.6E7
PVDC	상압밀봉	2.1E7	1.0E7
	감압밀봉	7.7E6	3.2E6
	탄산가스 치환	4.5E6	1.0E6

소분시 고추장의 균량 2.8E8 CFU/g

투과도가 높은 PE포장구에서는 처리간에 큰 차이를 발견하기 어려우나 PVDC포장에서는 탈기나 탄산가스치환으로 고추장을 혐기화함으로써 효모의 생육을 상당히 억제함을 알 수 있다(89-92).

7) 투과성 포장재의 밀봉조건이 고추장의 특성에 미치는 영향

밀봉저장 중 고추장의 제반 식품학적 성상의 변화를 조사한 결과는 표 4-69와 같다.

표4-69. 투과성 포장재의 밀봉조건에 따른 고추장의 저장 중 특성변화 (25℃)

포장재	밀봉방법	조사항목	조 사 시 기(일)	
			30	60
PE	상압밀봉	pH	4.64	4.60
		총환원당(g%)	9.89	9.77
		알콜함량(g%)	2.66	2.54
	감압밀봉	pH	4.57	4.51
		총환원당(g%)	10.26	9.99
		알콜함량(g%)	2.00	1.85
	탄산가스 치환	pH	4.52	4.50
		총환원당(g%)	10.33	10.02
		알콜함량(g%)	1.74	1.56
PVDC	상압밀봉	pH	4.52	4.52
		총환원당(g%)	10.15	9.89
		알콜함량(g%)	2.05	2.24
	감압밀봉	pH	4.50	4.49
		총환원당(g%)	10.03	9.93
		알콜함량(g%)	1.64	1.47
	탄산가스 치환	pH	4.50	4.50
		총환원당(g%)	10.38	10.26
		알콜함량(g%)	1.25	1.08

*포장시 정상 pH4.64, 총환원당 10.65(g%), 알콜함량 2.11(g%)

산도(pH)의 비교에서는 전처리구간에 차이가 없다. 그러나 총환원당량이나 알콜함량에는 상당한 차이가 있어 탈기나 탄산가스치환구에서 당의 소비가 적고, 알콜생성량도 낮다. 이러한 경향은 PE포장 보다 PVDC포장에서 더욱 뚜렷하게 볼 수 있으며, 이 물질의 변환의 주체가 효모라는 사실을 고려할 때 탈기나 탄산가스치환이 효모의 억제에 유효함을 다시 확인할 수 있다.

다. 포장재의 투과성이 저장성에 미치는 영향

고추장의 색깔은 상품성과 밀접한 연관이 있고, 내용물을 잘 볼 수 있는 투과성 재료로 포장을 한다. 따라서 일정량의 고추장을 투명한 플라스틱

필름이나 유리병과 같이 투광도가 높은 용기나 불투명 플라스틱 용기에 담아 일광이 잘 쪼이는 실험실 창가에 방치하여 가급적 광의 영향을 잘 받을 수 있는 조건에서 포장재의 투광도가 고추장의 특성이나 갈변에 미치는 영향을 조사한 결과는 표4-70 및 표4-71과 같다.

1) 포장재의 투광성이 고추장의 특성변화에 미치는 영향

투광도가 다른 포장재에 소분한 고추장의 저장과정에서 식품학적 성상의 변화는 표4-70과 같다.

표4-70. 포장재의 투광도에 따른 고추장 저장 중 특성변화(25℃)

포장재	조사항목	조 사 시 기(일)	
		30	60
PE	pH	4.62	4.60
	총환원당(g%)	9.85	9.78
	알콜함량(g%)	2.55	2.63
불투명 플라스틱용기	pH	4.57	4.57
	총환원당(g%)	9.88	9.76
	알콜함량(g%)	2.43	2.40
유리병	pH	4.56	4.54
	총환원당(g%)	9.84	9.70
	알콜함량(g%)	2.25	2.40

*포장시 성상 pH4.64, 총환원당 10.65(g%), 알콜함량 2.11(g%)

투광도가 다른 포장재간에 소분 30-60일의 저장과정에서는 뚜렷한 식품학적 차이점을 발견할 수 없다. 즉, 실험실 정도의 광조건에서는 빛이 고추장의 일반성상에 큰 영향을 미치지 않는다고 할 수 있으며, 이러한 사실은 판매시 진열장의 광도는 문제가 되지 않음을 의미한다.

2) 포장재의 투광성이 고추장의 변색에 미치는 영향

포장재의 투광도가 고추장의 변색에 미치는 영향은 표4-71과 같다.

표4-71. 포장재의 투광도에 따른 고추장의 저장 중 변색(25℃)

포장재	측정항목	조 사 시 기(일)		
		0	30	60
PE	L		27.0	25.9
	a		15.2	14.5
	b		11.9	11.0
	dE		70.0	70.8
불투명 플라스틱 용기	L	28.5	28.2	27.9
	a	16.2	15.9	15.5
	b	13.2	12.7	12.3
	dE	69.0	69.1	69.3
유리병	L		27.2	26.4
	a		15.3	14.7
	b		12.2	11.6
	dE		69.9	70.4

표4-71에서 포장재의 투광도는 고추장의 갈변에 커다란 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 즉, 필름 포장구에서 밝기(L값), 적색도(a값) 및 황색도(b값) 모두 크게 감소하여 암적색이 강해졌으며, 유리병 포장 역시 PE포장보다 정도는 낮으나 심하게 변색되었다. 특히 PE포장에서의 심한 변색은 공기의 투과도와도 밀접한 연관이 있는 것으로 보이는데(39), 같은 유리병에서도 고추장의 윗부분에서 보다 심한 변색부위가 관찰되어 이러한 추론을 강하게 하였다.

라. 포장재의 재질에 관한 시험

고추장의 포장재로 쓰일 수 있는 플라스틱 필름의 내열성이나 내냉성과 같은 내구성을 조사한 결과는 표4-72 및 표4-73과 같다.

1) 내열성 및 내구성

플라스틱 필름에 고추장을 담아 65℃에서 4시간 가열하고, 실온에 방치하

표4-72. 플라스틱 필름 포장재의 열적응성

포장재	두께(mm)	저 장 기 간(일)			
		0	15	30	60
PE	0.02	-			
	0.04	+	+	+	-
	0.06	+++	+++	+++	+++
PP	0.02	+	+	+	-
	0.04	+	+	+	+
	0.06	+++	+++	+++	+++
PVC	0.02	+	+	+	-
	0.04	++	++	++	++
	0.06	+++	+++	+++	+++
PVDC	0.02	++	++	++	+
	0.04	+++	+++	+++	+++
	0.06	+++	+++	+++	+++

*평가지침 “+++” 극히 양호, “++” 양호, “+” 불량(수축), “-” 파손

면서 외관을 관찰하여 내구성을 조사한 바는 다음 표4-73과 같다.

가열에 의한 변형이나 저장 중의 내구성은 PVDC가 가장 우수하고, 여타 재료는 비슷하여 저온살균온도인 65℃ 정도의 가열에서도 0.04mm 두께에서는 모두 수축현상이 발견되었다. 0.02mm는 너무 약하여 두겹으로 사용할 필요가 있다. 한편, 단순히 내구성만을 생각한다면 0.06mm 필름이 유리하겠으나 순창 전통고추장의 관행적인 포장방법이 플라스틱 필름을 끈으로 묶는 반 개방적인 것으로 이 두께는 조금 투박한 느낌이 있다.

가) 내냉성

순창 전통고추장은 생식품으로 유통되는 특성상 빙점부근까지의 냉장이 필요하다. 따라서 내냉성 포장재를 사용하여야 하는바, -10℃에서 내냉성을 조사한 결과는 표4-73과 같다.

표4-73. 플라스틱 필름 포장재의 내냉성

포장재	두께(mm)	저 장 기 간(일)		
		20	40	60
PE	0.04	+	+	+
	0.06	+++	+++	+++
PP	0.04	+	+	+
	0.06	+++	+++	+++
PVC	0.04	++	++	++
	0.06	+++	+++	+++
PVDC	0.02	-		
	0.04	-		

내열성이나 내구성을 고려한다면 PVDC가 가장 우수하나 이 재료는 표4-73에서 볼 수 있는 바와 같이 내냉성이 없다는 취약점이 있다. 여타의 재료는 내냉성에는 큰 문제가 없는 것으로 볼 수 있다(93).

2) 열전도도

가) 포장재의 종류별 열전도도

저온살균을 할 경우 용기의 재질에 따른 열의 전도도를 조사한 결과는 표 4-74와 같다.

고추장의 저온살균시 유리병과 플라스틱 필름 포장간에 열의 전달시간에 큰 차이는 없다. 고추장의 유효살균 온도인 50-55℃(제4장 제6절 참조)에 도달하는 시간을 측정한 바, 유리병은 60℃수욕에서는 100분이 소요되고, 65℃에서는 83분인데, PE포장의 98분 81분과 비슷함을 알 수 있다. 그러나 플라스틱 필름에 담아서 유리병에 넣을 경우에는 열접촉면이 불량하여 보다 많은 시간이 소요된다. 탈기조작은 가열살균 효과를 높일 수 있을 것으로 생각되는데(94), 이러한 면에서 플라스틱 포장이 보다 유리하고, 유리병에 담기전에 일단 내포장으로 플라스틱 필름을 사용할 필요가 있다.

표4-74. 포장재의 종류별 고추장의 열전도도 비교

측정시간(분)	유리병		PE	
	60℃	65℃	60℃	65℃
0				28.2
10	28.2	28.2	28.2	28.2
20	28.5	28.8	29.6	30.7
30	30.9	31.2	33.9	34.2
40	34.0	35.3	36.5	37.6
50	37.3	38.9	39.5	41.4
60	40.4	42.7	42.3	44.4
70	43.3	46.2	44.7	47.3
80	45.8	49.1	46.7	49.7
90	48.1	51.5	48.7	52.0
100	49.9	54.7	50.2	53.6
110	50.0	57.0	51.3	55.2
120	51.3	58.2	52.0	56.5
130	52.5	59.2	53.0	57.6
140	54.3	60.0	53.8	58.4
150	55.0	60.8	54.5	59.1

*고추장 1 kg

나) 스티로폴의 보냉효과

소분된 고추장은 25℃에서 2시간 정도 경과하면 부풀기 시작한다. 따라서 냉장시스템에서 유통되는 고추장이라고 하여도 소비자가 집으로 운반과정에서 부풀림으로 낭패를 당할 수 있다. 여기에서는 스티로폴 외장의 보냉효과를 조사한 바 표4-75와 같은 결과를 얻었다.

앞의 조사에서(제4장 제2절 표4-15참조) 20℃이하에서는 팽창현상이 비교적 더디게 일어남을 알 수 있는데, 고추장의 품온이 15℃까지 도달하는 시간을 기준으로 할 때 1.5cm두께 내지는 3cm의 스티로폴 외포장법이 상당히 유망함을 알 수 있다.

표4-75. 스티로폴의 보냉효과

두께 및 겹수	경 과 시 간						
	0	2	4	6	8	10	12
1.5cm 1겹	5	10	14	17	19	21	23
2겹	5	7	9	11	13	15	17
3.0cm 1겹	5	7	10	13	15	17	20
2겹	5	6	7	9	11	13	15

*고추장 1kg

3. 요 약

순창 전통고추장은 가열살균을 거치지 않은 생고추장으로 풍미를 인정받을 수 있는 식품이다. 따라서 포장도 그에 방법을 취할 수 밖에 없어 반개방식 포장을 하고 있다. 본 연구에서는 PE, PP, PVC, PVDC가 이러한 포장방법에서 내포장재로 적응성을 검토하였는데 종합적으로 부플림의 완화나 저온살균에 의한 포장재로써 PP나 PE/PP가 가장 우수함이 밝혀졌다. 또한 필름포장시 탈기조작이 상당히 유효함도 밝혀졌으며, 저온유통을 위해 스티로폴 외포장이 효과가 있음도 밝혀졌다.

참 고 문 헌

여 백

참 고 문 헌

1. 한국 식품과학회편: 한국식품문헌편람 I(1966), II(1976)
2. 조한옥, 박승애, 김종근: 전통고추장의 품질개량에 있어서 재래식 및 개량식 고추장 매주의 효과, 한국식품과학회지, 13, 319(1981)
3. 이택수, 전명숙, 오경환: 국의 종류가 고추장의 성분에 미치는 영향, 한국식품영양학회지, 13, 238(1984)
4. 이택수, 박성오, 궁성실: 액체국에 의한 고추장 양조 중의 성분 변화, 한국식품과학회지, 16, 1(1984)
5. 이택수, 박성오, 궁성실: 액체국에 의한 숙성고추장의 유리아미노산과 유리당의 함량, 한국식품과학회지, 16, 7(1984)
6. 이택수, 이석건, 김상순, 吉田忠: 고추장의 발효미생물에 관한 연구(제 1보), 한국미생물학회지, 8, 151(1970)
7. 이택수, 신보규, 이석건, 유주현: 고추장의 발효미생물에 관한 연구(제 2보), 한국농화학회지, 9, 55(1971)
8. 이종수, 권수진, 정성원, 최영준, 유진영, 정동효: 한국 재래식 된장과 고추장의 숙성 중 미생물, 효소활성 및 주요 성분의 변화, 한국산업미생물학회지, 24, 247(1996)
9. Lee, J. S., Choi, Y. J., Kwon, S. J., Yoo, J. Y., and Chung, D. H.: Screening and characterization of osmotolerant and gas-producing yeasts from traditional doenjang and kochujang. *Foods and Biotechnology*, 5, 54(1996)
10. 김영수, 권동진, 구민선, 오훈일, 강통삼: 재래식 고추장 숙성 중 미생물과 효소력의 변화, 한국식품과학회지, 25, 502(1993)
11. 안철우, 성낙기: 한국 재래식고추장 숙성중의 주요성분 및 미생물의 변화, 한국식품영양학회지, 16(3), 35(1987)

12. 조한옥, 김종균, 이현자, 강주훈, 이택수: 전라북도지방 전통고추장의 제법조사와 성분, 한국농화학회지, 24, 21(1981)
13. 권오동, 김종균, 정영건: 한국 재래식 간장 및 된장에서 분리한 세균의 특성, 한국농화학회지, 29, 422(1986)
14. 유주현 : 식품공학실험서(I), (II), 탐구당(1975)
15. 식품공업협회: 식품공전(I), (II)(1995)
16. 이정숙, 정민철, 김우식, 이근철, 김홍중, 박찬선, 이현주, 주운정, 이근종, 안종석, 박완, 박용하, 민태익: 김치유래 젖산균의 균체지방산 분석을 이용한 분류학적 연구, 한국산업미생물학회지, 24, 234(1996)
17. Lieckfeldt, E., Meyer, W., Kuhls, K., and Börner, T.: Characterization of filamentous fungi and yeasts by DNA fingerprinting and random amplified polymorphic DNA, Belg. J. Bot., 125, 226-233(1992)
18. Litt, M., and Luty, J. A.: A hypervariable microsatellite revealed by *in vitro* amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle action gene, Am. J. Hum. Genet. 44, 397-401(1989)
19. J. Sambrook, E. F. Fritsch, T. Maniatis: Molecular Cloning, A Laboratory manual, Second Edition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, (1989)
20. 이우진, 조덕현: 한국재래식 간장의 발효미생물에 관한 연구(제2보), 한국농화학회지, 14, 137(1971)
21. 이계호, 이묘숙, 박성호: 재래식 고추장 숙성에 미치는 미생물 및 그 효소에 관한 연구, 한국농화학회지, 19, 82(1976)
22. 조덕현, 이우진: 한국 재래식간장의 발효미생물에 관한 연구(제1보), 한국농화학회지, 13, 35(1970)
23. 최언호, 김영배, 이서래: 고추가루 중 미생물의 분리 및 방사선 감수성, 한국식품과학회지, 9, 205(1977)

24. 이명환, 손명희: 고추장 양조시 전분질원에 따른 이화학적 성능에 관한 연구, 서울여자대학 논문집, 11, 331(1982)
25. 박창희, 이석건, 신보규: 밀가루와 찹쌀이 고추장 품질에 미치는 영향, 한국농화학회지, 29, 375(1986)
26. 이택수, 조한옥, 김종근: 전분질 원료를 달리한 고추장의 양조, 한국농화학회지, 23, 157(1980)
27. 이택수, 박성오, 이명환: 전분질 원료를 달리한 고추장의 유기산 정량, 한국농화학회지, 24, 120(1981)
28. 박우포: 전분질 원료배합을 달리한 고추장의 숙성중 품질변화, 한국영양식량학회지, 22, 433(1993)
29. 금준석, 한역: 팽화밀을 이용한 고추장 및 된장의 숙성중 이화학적 특성, 한국영양식량학회지, 26, 601(1997)
30. 이성우: 신미종고추의 추숙에 관한 생리화학적 연구(제2보), 한국농화학회지, 14, 29(1971)
31. 이성우: 신미종고추의 추숙에 관한 생리화학적 연구(제3보), 한국농화학회지, 14, 43(1971)
32. 김동연, 이종욱, 신수철: 고추의 건조 및 분쇄방법에 따른 변색, 한국농화학회지, 25, 1(1982)
33. 이정혜, 최언호, 김형수, 이서래: 고추가루의 저장성과 방사선 처리효과, 한국식품과학회지, 9, 199(1977)
34. 이택수, 박윤중: 국균의 효소생산 및 생육에 미치는 고추가루의 영향에 관한 연구, 한국농화학회지, 19, 227(1976)
35. 이택수: 효모첨가에 의한 고추장의 양조에 관한 연구, 한국농화학회지, 22(2), 65(1979)
36. 신동하, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 담금원료에 따른 전통식 고추

- 장의 숙성 중 미생물과 효소력의 변화, 한국식품과학회지, 29, 901(1997)
37. 정운창, 최원진, 오남순, 한민수: 재래식 및 개량식 고추장 효모의 분포 및 생리특성, 한국식품과학회지, 28, 253(1996)
 38. 신동하, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 담금원료에 따른 전통식 고추장의 숙성 중 맛성분의 변화, 한국식품과학회지, 29, 913(1997)
 39. 전재근, 서정식: 일광노출이 고추가루의 탈색에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 12, 82(1980)
 40. 이택수, 양길자, 박윤중, 유주현: 효모혼용에 의한 고추장의 양조에 관한 연구, 한국식품과학회지, 12, 313(1980)
 41. 권태영: 재래장류에서 nitrosamine관련물질의 생성에 관한 연구, 전북대학교 박사학위논문, (1983)
 42. 양희천, 권태영: 재래장류의 숙성과정에서 제2급 아민의 생성, 한국식품과학회지, 11, 32(1979)
 43. Jay, J.M.: Modern Food Microbiology, Van Nostrand Reinhold Company, p. 115(1970)
 44. 신동민, 박우문, 이옥숙, 구미선, 정건섭: 저장온도에 따른 고추장의 품질변화, 26, 300(1994)
 45. 정승원, 김영호, 구민선, 신동민, 정건섭, 김영수: 공장산 고추장의 저장기간중 이화학적 특성의 변화, 한국식품과학회지, 26, 403(1994)
 46. 이기영, 김형석, 이현규, 한억, 장은재: 고추장 저장 중 이화학 및 관능적 특성에 의한 유통기간에 대한 연구, 한국식품영양과학회지, 26, 588(1997)
 47. 김형석, 이기영, 이현규, 한억, 장은재: 고추장 저장 연장에 대한 연구, 한국식품영양과학회지, 26, 595(1997)

48. Tookong, H.I., Vanetten, C.H., and Daxenbichler, M.E.: In Toxic Constituents of Plant Foodstuff, Academic Press, p. 103(1980)
49. 권태영, 신한규, 이주식: Allyl isothiocyanate의 항균성에 관한 연구(1보), 전주대학교 자연과학연구소 논문집, 3(2), 31(1991)
50. 권태영, 신한규, 전미은희: Allyl isothiocyanate의 항균성에 관한 연구(2보), 전주대학교 자연과학연구소 논문집, 4(1), 65(1992)
51. 권태영, 윤재태: 침채류에 있어서 nitrosamine생성 영양인자에 관한 연구(3보), 전주대학교 자연과학연구소 논문집, 5(1), 47(1993)
52. 권태영, 윤재태: 침채류에 있어서 nitrosamine생성 영양인자에 관한 연구(3보), 전주대학교 자연과학연구소 논문집, 5(2), 39(1993)
53. 신용두, 조덕현: 탁주발효에 있어서 발효미생물군의 변동에 대하여, 한국미생물학회지, 8, 53(1970)
54. 조덕현, 신용두: Gas Chromatography에 의한 한국산 주류중의 유기산 검색, 기술연구소보, 2, 1(1969)
55. 구민선: 재래식 고추장 숙성중 미생물군과 성분의 변화, 숙명여자대학교 석사학위논문(1989)
56. 김형석, 권동진, 구민선, 오훈일, 강통삼: 재래식 고추장 숙성중 미생물과 효소력의 변화, 한국식품과학회지, 25, 5029(1993)
57. 이종수, 권수진, 최영준, 정동호, 유진영: 재래식 된장과 고추장으로부터 내삼투압성, 가스발생 효모의 분리와 특성, 생물산업, 8(3), 111(1995)
58. 김찬조: 탁주양조에 관한 미생물학적 및 효소학적 연구, 한국농화학회지, 10, 69(1973)
59. 서정훈, 고영희: 항효모성 물질에 관한 연구, 한국농화학회지, 15, 19(1972)

60. Bussey, H.: Effects of yeast killer factor on sensitive cells, *Nature New Biology*, 235, 73(1972)
61. Pfeiffer, P. and Radler, F.: Purification and characterization of extraacellular and intracellular killer toxin of *Saccharomyces cerevisiae* strain 28, *J. Gener. Microbiol.* 128, 2699(1982)
62. Cavallito, C.J. and Bailey, J.H.: Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *J. Amer. Chem. Soc.* 66, 1950(1944)
63. Stoll, A. and Seebeck, E.: Chemical investigation of alliin, the specific principle of garlic. *Adv. Enzymology*, 11, 377(1951)
64. Subrahmanyam, V., Kirshnamurthy, K., Sreenivasamurthy, V., and Swaminathan, M.: Effect of garlic in the diet on the intestinal microflora of rats, *J. Sic. Ind. Res.* 160, 173(1957)
65. 박철성: 전주대학교 석사학위논문, 1995
66. Oguchi, K. Wickner, R.E., Toh-e, K., and Akiyama, H.: Breeding of killer yeasts sake brewing by cytoduction, *J. Ferment. Technol.*, 57, 483(1979)
67. Bostian, K.A., Elliott, Q., Bussey, H., Burn, V., Smith, Al and Tipper, D.J.: Sequence of the preprotoxin dsRNA gene of type I killer yeast: multiple processing events produce a two component toxin, *Cell*, 36, 741(1984)
68. Rose, A. and Harrison, J.S.: *The Yeasts*, Academic Press, vol.2, 131(1987)
69. Branen, A.L., Davidson, P.M., and Katz, B.: Antimicrobial properties of phenolic antioxidants and lipids, *Food technology*, May, 42(1980)
70. Lafon-Lafourcade, S., Geneix, C., and Ribereau-Gayon, P.: Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts

- and their elimination by yeast ghosts, *Appl. Environ. Microbiol.* 47, 1246(1984)
71. Kare, L., Borje, N., and Odham, G.: Antimicrobial effect of simple lipids and its relation to surface film behaviour, *Biochem. Pharmacol.*, 21, 947(1972)
72. 권태영, 박성호: Allylisothiocyanate에 의한 질산염환원효소의 불활성화, *전주대학교 논문집*, 3(1), 71(1990)
73. 이갑상, 김동한: 알코올 첨가에 의한 저식염 고추장의 양조, *한국식품과학회지*, 17, 146(1985)
74. 이순원, 신순영, 유태종: 저염된장 제조시 에탄올 첨가효과, *한국식품과학회지*, 17, 336(1985)
75. Laure, F. and Lafon-Lafourcade, S.: Survival factors in wine fermentation, In *Alcohol Toxicity in Yeasts and Bacteria*(ed. by N. van Uden), CRC Press, Inc., p.193(1989)
76. Pamment, N.B.: Overall kinetics and mathematical modeling of ethanol inhibition in yeasts, In *Alcohol Toxicity in Yeasts and Bacteria*(ed. by N. van Uden), CRC Press, Inc., p.2(1989)
77. Pamment, N.B. and Dasari, G.: Intracellular ethanol concentration and its estimation. In *Alcohol Toxicity in Yeasts and Bacteria*(ed. by N. van Uden), CRC Press, Inc., p.147(1989)
78. 권태영 : 침채류의 발효과정에서 유기산 조성의 변화, *전주대학교 논문집*, 18, 59(1990)
79. 전재근, 옥철균, 장규섭: 고추장의 열특성 측정에 관한 연구, *한국식품과학회지*, 11, 157(1979)
80. 변유량, 이신영, 이상규, 유주현, 권윤중: 고추장의 유동 특성에 관한

- 연구, 한국식품과학회지, 12, 18(1980)
81. 엄대현, 장학길, 김우정: 저온 동치미 쥬스의 저온살균이 품질 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 29, 730(1997)
 82. 増井正幹, 大西 博, 甸本 力: 好鹽 微生物, 医歯薬出版株式會社, 東京, p. 305(1979)
 83. 이성희, 이현자, 변명우: 고추가루의 오염미생물 제거 및 이화학적 특성에 관한 오존처리와 감마선 조사의 영향, 한국식품과학회지, 26, 462(1997)
 84. 전라북도 순창군 농촌지도소: 순창 전통고추장 품질규격체계화 기술개발(1994)
 85. 신동하, 김동한, 최웅, 임미선, 안은영: 담금원료에 따른 전통식 고추장의 숙성 중 이화학적 특성 변화, 한국식품과학회지, 29, 907(1997)
 86. 이대성: 식품포장재료, 식품과학, 11(2), 46(1978)
 87. 김형호: 식품포장의 기술과 실제, 식품과학, 11(2), 54(1978)
 88. 안덕준: 식품저장 및 가공중 포장재로 인한 향미성분 변화 가능성, 식품과학과 산업, 30, (2), 62(1997)
 89. 이강자, 박정용, 이서우: 참외의 저온 및 film포장저장에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 3, 29(1974)
 90. 김순동, 윤수영, 강명수, 박남숙: 깎두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylen film 포장처리 효과, 한국영양식량학회지, 15, 39(1986)
 91. 한응수, 석문식, 박지현, 이호재: 절임배추의 포장압력 및 저장온도에 따른 품질변화, 한국식품과학회지, 28, 650(1996)
 92. 김대근, 이신호, 김수민, 석영수, 성삼경: 포장방법이 냉장 쇠고기의 이화학적 성질 변화에 미치는 영향, 한국식량영양학회지, 25, 944(1996)

93. 이양희, 양익한: 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국 농화학회지, 13, 207(1970)
94. 최광수, 김창식: Retort pouch쌀밥의 가열살균시 파우치 포장내의 진공도가 열전달 및 물성에 미친 영향, 한국식량영양학회지, 11(4), 17(1982)