

황국균을 이용한 통통마디(*Salicornia herbacea* L.) 혼합물의 발효 특성

김해섭 · 박인배 · 이영재 · 신궁원 · 임주영 · 박정욱[†] · 조영철

전라남도 해양바이오연구원

Characteristic of Glasswort (*Salicornia Herbacea* L.) Mixture Fermentation Utilizing *Aspergillus oryzae*

Hae-Seop Kim, In-Bae Park, Young-Jae Lee, Gung-Won Shin,
Joo-Young Lim, Jeong-Wook Park[†], and Young-Cheol Jo

Jeollanamdo Marine Bio Research Institute, Jeonnam 535-802, Korea

Abstract

In this study, we investigated the quality of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixture fermented by *Aspergillus oryzae* at 30°C for 7 days. Changes of pH, titratable acidity, amino-nitrogen content, reducing sugar content, activities of α -amylase and protease and number of mold were determined in the course of the fermentation. Angiotensin converting enzyme (ACE) inhibition activities and electron donating ability (EDA) were measured after 7 days fermentation. The pH lowered from 6.19~6.22 into the level of 5.41~6.08 after fermentation for 7 days. Titratable acidity increased from 0.59~0.68 into the highest level of 0.95~1.13% after 6 days fermentation. Furthermore, the amino-nitrogen content increased from 128.0~167.2 mg% to 159.4~209.0 mg% after fermentation for 7 days. For the reducing sugar content, it decreased from 2.0~5.9% into the level of 0.4~1.1% during 7 days fermentation. The number of molds decreased from 10^7 CFU/g to approximately 10^6 CFU/g after 5 days fermentation. α -Amylase activity showed from the beginning of the fermentation in all samplings, but protease activity reached the value of food code standards after 5 days of fermentation. ACE inhibition activities were slightly increased from 9.5~16.6% to 19.3~22.7% and electron donating ability were slightly increased from 55.6~57.8% to 60.9~62.7% after 7 days of fermentation.

Key words: *Salicornia herbacea* L., *Aspergillus oryzae*, fermentation, α -amylase, protease

서 론

황국균은 오래 동안 산업용 효소생산에 이용되어 왔으며, amylase, protease 그리고 cellulase 등과 같은 다양한 효소를 분비하므로 가수분해효소의 중요한 생산균주로 이용되고 있다(1). 황국균은 전분 당화력이나 단백질 분해력이 강해 우리나라 전통식품인 된장, 간장, 고추장 코오지 및 탁주용 누룩 제조에 광범위하게 사용되고 있다(2-7). 대두 등 식물성 원료에 황국균을 접종하여 발효시키면 발효과정 중 황국균의 효소작용에 의해 단백질은 펩타이드를 거쳐 아미노산으로 전분질은 당분 등으로 분해되어 특유한 맛과 향을 생성시킨다(8). 또한, 이들 발효물은 항돌연변이원성, 항암성, 면역체계인 생체 방어능, 항고혈압 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(9-15). 우리나라 식품공전에는 식물성 원료에 식용미생물을 배양시켜 효소를 다량 함유하게 하여 섭취가 용이하도록 가공한 것을 효소식품이라 정의하고 있다(16). 효소식품의 2006년도 생산 및 수입실적은 약 230억원 가량이며 이중 국내 판매액과 해외판매액

을 합쳐 매출 총액은 약 67억원을 차지하였다. 효소식품은 다양한 식물성 원료를 이용한 제품들이 출시되고 있는데 품목제조 신고는 2006년도에 40건에서 2007년도에는 34건으로 약간 감소하고 있는 추세다(17).

한편, 통통마디(*Salicornia herbacea* L.)는 명아주과(*Chenopodiaceae*)에 속하는 다량의 염분을 체내에 축적하고 있는 일년생 초본으로 함초로 불리고 있다(18). 우리나라의 통통마디 서식지로는 서해안이나 남해안, 제주도, 울릉도 및 백령도 등 섬지방의 바닷물이 닿는 해안이나 갯벌 그리고 염전 주위에 무리지어 자생하고 전남 신안과 영광, 전북 부안, 충남 태안 지역에서는 대규모로 재배가 이루어지고 있다(19). 따라서 이를 다양한 식품 및 미용소재 등으로 이용하기 위한 다각적인 성분분석(20-23) 및 기능성 효과 규명(24-32)을 위한 연구가 진행되고 있다. 그러나 통통마디에 미생물을 접종하여 이용하려는 연구는 유산균(33-35)과 *Bacillus subtilis*(36)를 이용하려는 시도가 있었으나 아직까지 황국균 등 곰팡이를 이용하려는 연구는 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라 전통 식품제조 등에 널리

[†]Corresponding author. E-mail: foodrrc@korea.kr
Phone: 82-61-275-1021, Fax: 82-61-275-1026

사용되어 식용 미생물로 안정성이 보장되고 다양한 기능성 효과를 얻을 수 있는 발효산물 생산이 가능한 황국균을 통통마디와 수종의 부원료를 혼합한 혼합물에 접종시켜 발효시켰다. 이에 식품공전에서 요구하는 효소식품의 규격을 충족시키고 제조과정 중의 성분변화 특성 및 기능성을 조사하여 제조공정을 확립함으로 통통마디를 이용한 신제품 개발의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 통통마디, 미강 및 대두 등 원료는 전보(36)와 동일한 원료를 사용하였으며 glucose와 starch는 식품용을 황국균은 충무발효(주)의 시판 중국 제품을 구입하여 사용하였다.

발효물의 제조

발효에 사용한 원료는 Table 1과 같은 배합비에 따라 각각 500 mL 유리재질의 삼각플라스크에 정밀히 칭량 후 121°C에서 15분간 멸균하였다. 멸균된 원료는 clean bench 내에서 방냉시키고 원료 무게와 동량의 멸균수를 가해 수분 함량을 62.7~66.6% 가량으로 조절하였다. 이에 황국 균균을 원료 무게 대비 2%에 해당하는 양을 첨가하고 골고루 혼합 후 실리스토퍼로 삼각플라스크 입구를 막아 30°C 항온기에서 1주일간 발효시켰다.

시료 추출액의 조제

원료 배합비를 달리하여 발효시킨 시료들은 각각 1일 간격으로 잘 섞어주고 10 g씩 원심관에 취한 후 증류수 90 mL를 가했다. 시료와 증류수가 섞인 원심관은 마개로 밀봉 후 shaker(FS-2, Wooju Sci., Gimpo, Korea)에서 1시간 동안 진탕 추출하고 4°C로 조절된 원심분리기(Mega21R, Hanil, Incheon, Korea)에서 원심분리 하였다(5,000 rpm, 20분). 원심분리 한 상등액은 여과지(Whatman No. 42)가 장착된 뷰너 깔대기에 조심스럽게 부은 후 감압 여과하여 성분분석에 사용할 시료 추출액을 제조하였다.

발효물의 성분 및 곰팡이 수의 변화 조사

상기와 같이 제조한 시료 추출액은 발효기간 경과에 따른 pH, 적정산도, 아미노태질소, 환원당, α-amylase활성, protease 활성의 변화를 측정하였다. 즉, pH와 유리아미노산 함

량은 전보(36)와 같이 측정하였으며 적정산도는 시료액 10 mL를 취해 0.1 N NaOH를 가해 pH 8.4까지 중화시키는데 소요되는 양을 젯산량으로 환산하여 표시하였다. 아미노태질소는 formol 적정법(37), 환원당은 DNS법(38)으로 측정하였으며, α-amylase와 protease활성은 식품공전법(16)에 따라 시험용액과 이를 불활성화 시킨 공시험액으로 각각 효소 반응을 시킨 후 서로의 흡광도 차를 비교하였다. 또한, 곰팡이 수는 발효물 10 g씩을 따로 취해 멸균생리식염수를 이용하여 단계적으로 희석 후 Petrifilm™ Yeast and mold count plate(3M Microbiology Products, St. Paul, MN, USA)에 접종하여 25°C에서 3일간 배양한 다음 colony를 계수 후 colony-forming unit(CFU)/g로 표시하였다. 모든 실험은 3회 반복 측정 후 평균값으로 표시하였다.

Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해활성 및 전자공여능

초기 시료와 7일 동안 발효시킨 시료를 대상으로 전보(36)와 같은 방법으로 Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해활성 및 전자공여능(electron donating ability, EDA)을 측정하여 비교하였다. 다만, 전자공여능은 시험용액 0.2 mL에 100 mM DPPH용액 1.8 mL를 혼합하여 반응 후의 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

pH 및 적정산도의 변화

발효물 5종의 발효과정 중 pH와 적정산도의 변화는 Fig. 1과 같았다. 발효 초기 시료들의 pH는 6.17~6.22로 시료구에 따라 큰 차이가 없었으나 발효가 진행됨에 따라 모든 시험구들의 pH가 조금씩 감소하여 발효 7일 경과 후에는 5.41~6.08로 낮아졌다. 특히, 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시료구의 pH는 초기 6.17에서 발효 7일 경과 후 6.08로 변해 5종 시료 가운데 가장 변화가 적었다. 그러나 glucose를 2.5% 첨가한 시험구와 glucose를 5% 첨가한 시험구의 초기 pH는 6.21과 6.22였으나 발효 7일 경과 후 각각 5.46과 5.41로 낮아져 타 시험구에 비해 pH가 낮아지는 폭이 컸다. 또한, 초기 시료들의 적정산도는 0.59~0.68% 범위였으나 발효가 진행됨에 따라 약간씩 증가하여 발효 6일 경과 후 0.95~1.13%로 가장 높게 증가하였다가 발효 7일 경과 후에는 0.80~0.95%로 다소 감소하였다. 이는 *Aspergillus oryzae* 코지로 제조한 된장 및 고추장 제조시 발효초기에 비해 pH가 낮아지고 적정산도가 증가하는 양상과 유사하였다(8,39,40). 그러나 *Bacillus subtilis*를 이용하여 발효시킨 통통마디는 발효 전보다 발효 후의 pH가 증가했다는 결과(36)와는 다른 결과를 보였는데 이는 발효균의 종류에 따라 pH 및 적정산도 변화가 달라질 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 시료구들의 pH와 적정산도 변화 차이는 원료의 성분에 의해 황국균의 대사에 영향을 주는 것으로 여겨진다.

Table 1. The mixing ratio of raw materials for preparation of enzyme food (unit: %)

	Glasswort	Rice bran	Soybean	Glucose	Starch
A	50	25	25	—	—
B	50	23.75	23.75	2.5	—
C	50	22.5	22.5	5	—
D	50	23.75	23.75	—	2.5
E	50	22.5	22.5	—	5

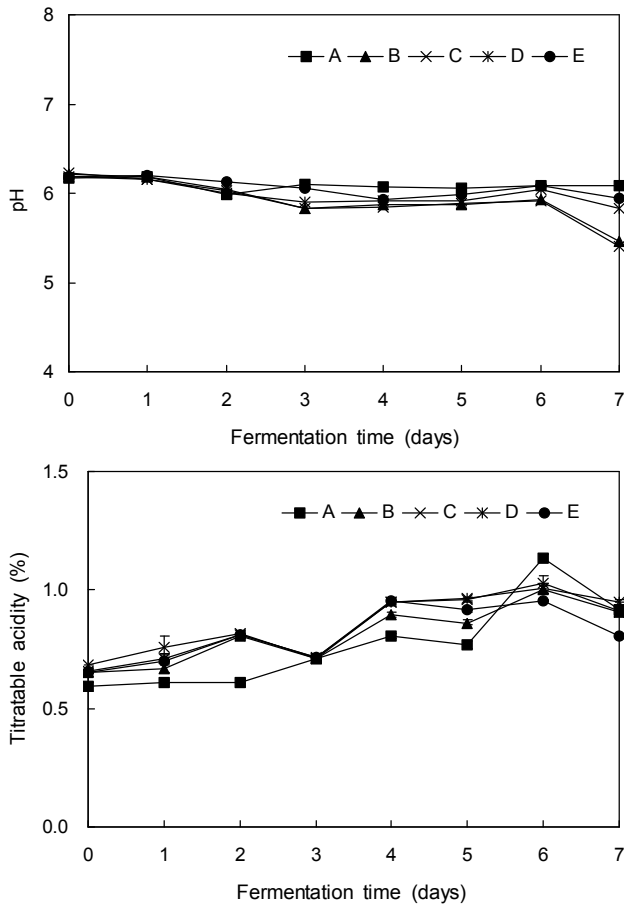


Fig. 1. pH and titratable acidity changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

아미노태질소의 변화

아미노태질소는 원료에 함유된 단백질이 미생물의 효소 작용으로 분해되어 발효과정 중단백질의 분해정도를 가늠할 수 있는 지표가 된다(40). 발효 전 초기 아미노태질소는 128.0~167.2 mg%로 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구가 167.2 mg%로 5종 시료구 중에 가장 높았다(Fig. 2). 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구는 발효 1일 후에는 182.9 mg%로 다소 증가했으나 발효기간 중 감소해 발효 4일 경과 후 83.6 mg%를 나타냈으며 발효 5일 경과 후 229.9 mg%로 증가해 최대치를 보이다 7일 경과 후에는 209.0 mg%로 약간 감소하였다. Kum과 Han(39)은 발효가 진행되면서 아미노태질소가 감소한 원인을 마이알반응으로 추정하였으나 다른 시험구와 달리 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구에서만 발효 중 아미노태질소가 감소한 것을 설명하기에는 어려운 것으로 생각된다. 그러나 glucose 및 starch를 첨가한 시험구들은 이와 다소 다른 결과를 보였는데 발효 초기 128.0~147.4 mg%에서 약간씩 증가하거나 큰 변화가 없다가 발효 3일 후에 146.3~149.5 mg%, 발효 4일 후에는 190.7~198.6 mg%로 증가하였다. 따라서 발효 4~5일 가량 지나야 본격적으로 protease 활성이 증가될 것

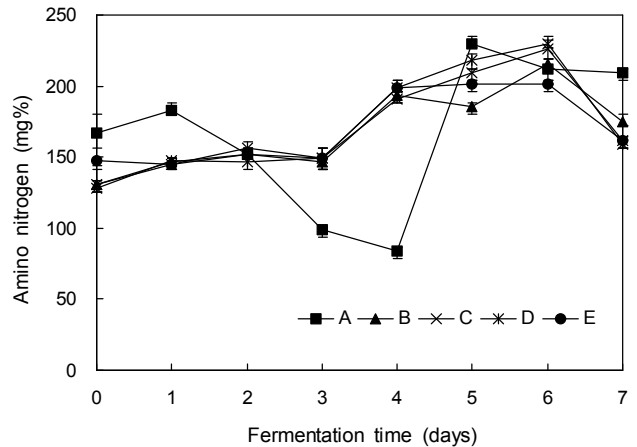


Fig. 2. Amino-nitrogen contents changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

으로 예상되었다. Kwon(3)이 보고한 *Aspergillus oryzae* 코오지로 제조한 고추장의 아미노산성질소 함량변화와 Kim 등(41)이 보고한 *Aspergillus oryzae* 코오지로 제조한 된장의 아미노태질소 함량이 숙성 10일까지 큰 변화를 보이지 않았다는 결과처럼 발효 초기에는 아미노태질소 생성에 필요한 약간의 발효 기간이 필요할 것으로 예상되었다.

환원당의 변화

환원당 함량은 발효 초기 2.0~5.9%로 glucose를 첨가한 영향으로 시료에 따라 차이가 컸으나 발효시간이 경과함에 따라 모든 시험구에서 차츰 감소해 발효 7일 경과 후 환원당 함량은 0.4~1.1% 범위로 감소하였다(Fig. 3). 특히, glucose를 첨가한 시험구들의 환원당 감소량이 컸는데 glucose를 2.5% 첨가한 시험구의 환원당 함량은 초기 3.7%에서 발효 5일 경과 후에는 0.9%로 감소하여 glucose를 첨가하지 않은 타 시험구와 유사하게 환원당 함량이 1% 이하로 낮아졌다. 또한, glucose를 5% 첨가한 시험구의 환원당 함량은 발효 초기에 5종 시료구 중 가장 높은 5.9%였으나 발효가 진행됨

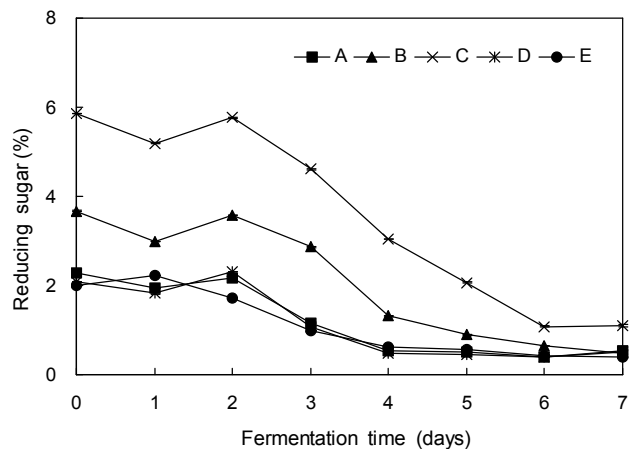


Fig. 3. Reducing sugar contents changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

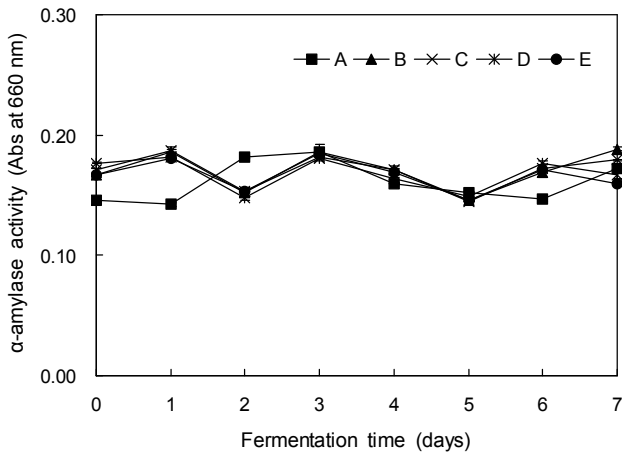


Fig. 4. α-Amylase activities changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

에 따라 급속히 환원당 함량이 감소하여 6일 경과 후 1.1%로 낮아졌다. 또한, starch를 첨가한 시험구 등은 황국균이 분비하는 α-amylase 등의 효소작용에 의해 환원당이 증가할 것으로 예상하였으나 이들 또한 지속적으로 환원당의 감소가 일어났다. 이렇게 발효 초기부터 환원당이 감소한 결과는 *Aspergillus oryzae* 코오지로 제조한 된장의 숙성 과정 중 환원당 함량이 초기에 약간 증가하다 발효가 진행됨에 따라 감소한 것(8,41,42)과는 다소 다른 결과를 얻을 수 있었다.

α-amylase 및 protease 활성의 변화

식품공전 효소식품의 규격 중 α-amylase는 시험용액의 흡광도가 공시험의 흡광도보다 0.030 이상 작아야 하며, protease는 시험용액의 흡광도가 공시험의 흡광도보다 0.030 이상 커야 양성이다(16). 통통마디 혼합물의 발효과정 중 α-amylase 활성 변화는 공시험의 흡광도에서 시험용액의 흡광도를 뺀 값으로 Fig. 4에 나타내었다. α-amylase 활성은 발효 초기 통통마디에 미강과 대두만 첨가한 시험구의 활성이 타 시험구에 비해 약간 낮았으나 발효 2일부터는 타 시험구에 비해 높거나 유사한 결과를 보였다. 이처럼 α-amylase 활성은 5종 시험구 모두 황국균 첨가만으로도 발효 초기부터 발효 기간 내내 식품공전에서 요구하는 규격을 충족시켰다.

Protease 활성 변화는 시험용액의 흡광도에서 공시험의 흡광도를 뺀 값으로 Fig. 5에 나타내었다. 발효 초기에는 5종 시험구 모두 활성이 나타나지 않았다. 또한, 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구는 발효 2일 후 식품공전 규격을 충족시켰으나 발효 3일 후 활성이 감소하고 4일 이후부터는 활성이 안정적으로 증가하였다. 그리고 glucose나 starch를 첨가한 시험구는 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구에 비해 조금 빨리 활성이 나타났으나 glucose나 starch의 첨가 농도의 영향은 크지 않았다. Hwang 등(1)은 된장에서 분리한 단백질 분해균인 *Aspergillus* 속을 이용하여 발효 기간에 따른 protease 활성 변화를 조사한 결과 발효 초기에

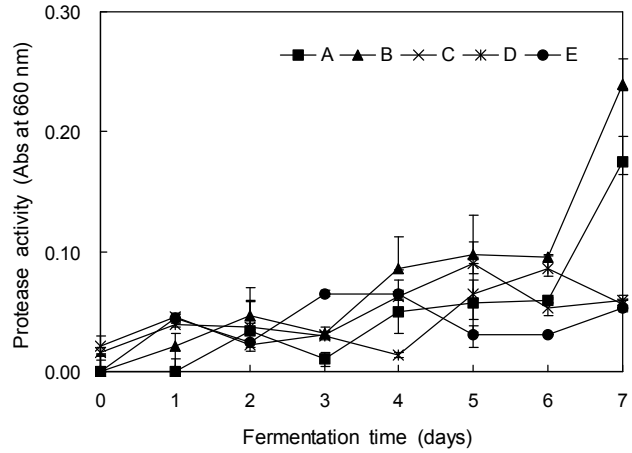


Fig. 5. Protease activities changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

낮은 protease 활성이 점점 증가하여 발효 5일째 최대가 되었고 발효 6일째 대폭 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 발효 7일까지는 효소활성이 급감하는 경향은 관찰할 수가 없었으나 효소활성이 최대치에 도달한 후 발효를 멈추는 시간을 조절해야 할 것으로 예상되었다.

곰팡이수의 변화

원료 중량 대비 2% 황국균 접종한 초기 곰팡이 수는 모든 시험구가 10⁷ CFU/g 가량으로 통통마디 혼합물에 충분한 양이 접종됨을 알 수 있었다. 그러나 발효가 진행됨에 따라 Fig. 6과 같이 발효물 중의 곰팡이 수는 점점 감소하여 발효 4~5일 경과 후에는 약 10⁶ CFU/g 가량으로 감소하였다. 특히, 군주 접종 1일 경과 후의 곰팡이 수 감소가 폭이 가장 컸으며 이는 5종 시험구에서 모두 유사한 결과를 보였다. Kwon(3)이 *Aspergillus oryzae*로 제조한 코오지를 이용하여 제조한 고추장의 효모 및 곰팡이 수가 숙성 10일까지 완만히 증가하다 이후 급격히 증가한다는 결과와는 차이가 있

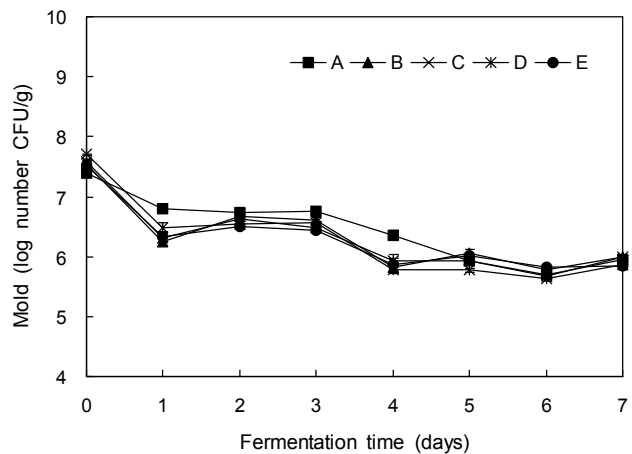


Fig. 6. Mold cell counts changes during fermentation of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

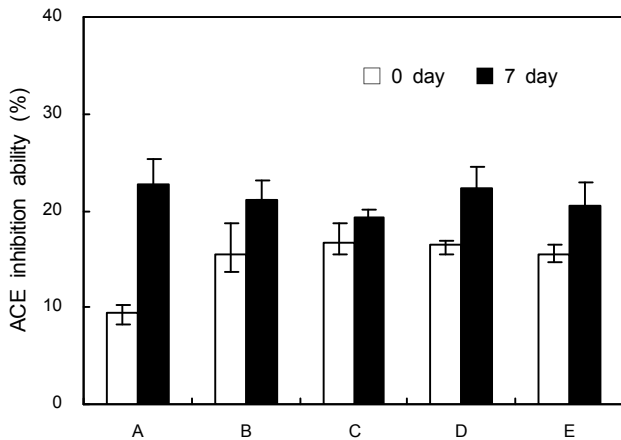


Fig. 7. Comparison of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibition activities in glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures fermented by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1.

었다. 그러나 Ku 등(43)이 메주가루에 고추씨를 첨가하여 제조한 된장의 효모 및 곰팡이 변화에서 모든 시료구가 제조 직후 10^5 CFU/g에서 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g로 감소하였다는 보고와 유사한 결과를 얻었다. 이처럼 곰팡이 수가 점점 감소한 이유는 발효경과에 따른 품온 상승과 탄산가스의 생성이 많아져 황국균의 생육이 어려워져 발생한다(44). 따라서 발효과정 중 발효물을 주기적으로 뒤집어 품온 상승을 억제하고 신선한 공기의 주입이 필요할 것으로 판단되었다.

Angiotensin converting enzyme(ACE) 저해활성 및 전자공여능

발효 전후의 ACE 저해활성 결과는 Fig. 7과 같다. 초기 ACE 저해활성은 9.5~16.6%로 원료의 혼합조건에 따라 다소 달랐다. 특히, 통통마디에 미강과 대두만을 첨가한 시험구 A가 9.5%로 5종 시료구중 ACE 저해활성이 가장 낮았다. 그러나 발효 7일 경과 후 ACE 저해활성은 19.3~22.7%로 모든 시험구가 발효 초기에 비해 증가하였다. 발효 초기에 ACE 저해활성이 가장 낮았던 시험구 A가 발효 7일 경과 후 약 2.4배가량 증가한 22.7%의 저해활성을 보였으며 시험구 C가 초기에 비해 약 1.2배 증가한 19.3%로 ACE 저해활성의 증가가 가장 낮았다. Cho 등(45)은 발효 중 단백질이 peptide로 분해되어 ACE 저해활성에 영향을 준다고 보고한 것처럼 본 연구에서 ACE 저해활성이 높아지는 것은 발효가 경과됨에 따라 모든 시험구의 protease 활성이 높아지고 아미노태질소 함량이 증가한 것과 관련이 있을 것으로 예상되었다.

발효 전후의 전자공여능 차이는 Fig. 8과 같다. 전자공여능은 원료의 혼합조건에 따라 발효 전 55.6~57.8%에서 발효 7일 경과 후 60.9~62.7%로 모든 시험구의 전자공여능이 증가하였다. 시험구 B의 경우 전자공여능이 약 6.3% 가량 증가해 가장 증가 폭이 컸으며, 시험구 D의 경우 3.3% 증가로 증가 폭이 가장 적었다. 발효 기간에 따라 전자공여능이

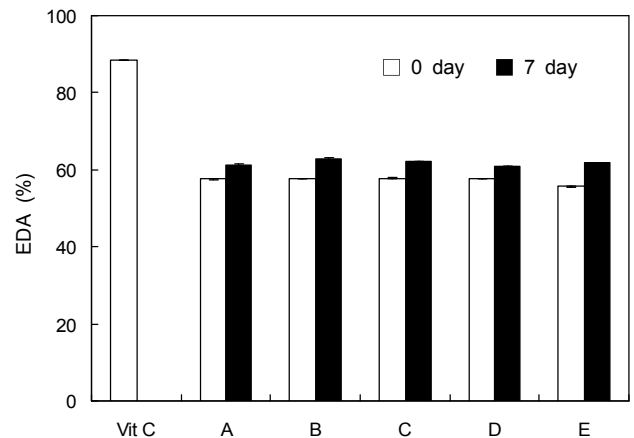


Fig. 8. Comparison of electron donating ability (EDA) in glasswort (*Salicornia herbacea* L.) mixtures fermented by *Aspergillus oryzae*. See samples in Table 1. Vit C: vitamin C (0.5 mg/mL).

증가한 것은 Park 등(36)과 Chung 등(46)의 결과와 유사하였다. 이는 Cheigh 등(47)과 Kim 등(48)이 보고한 것과 같이 발효 과정 중에 미생물에 의해 생성된 아미노산과 펩티드 성분, 원료에서 용출된 페놀화합물 및 Maillard 반응 등에 의하여 형성된 멜라노이딘 성분 등 항산화에 관련된 다양한 물질들이 생성된 것으로 예상되었다.

요 약

본 연구에서는 통통마디에 미강, 대두, glucose 및 starch의 첨가비를 달리 조절하고 이에 황국균을 접종하여 30°C에서 7일간 발효시켰다. 발효 진행에 따른 pH, 적정산도, 아미노태질소, 환원당, α -amylase 활성, protease 활성 및 곰팡이 수의 변화를 조사하고 최종 발효물의 angiotensin converting enzyme 저해능과 전자공여능(electron donating ability)을 비교하였다. pH는 초기 6.19~6.22에서 발효 7일 경과 후에는 5.41~6.08로 낮아졌으며, 적정 산도는 초기 0.59~0.68%에서 발효 6일 경과 후 최고 수준인 0.95~1.13%로 증가하였다. 또한, 아미노태질소는 초기 128.0~167.2 mg%에서 발효 7일 경과 후 159.4~209.0 mg%로 증가하였으며, 환원당은 초기 2.0~5.9%에서 발효 7일 경과 후 0.4~1.1%로 감소하였다. 곰팡이수는 초기 10^7 CFU/g에서 발효 7일 경과 후 약 10^6 CFU/g 가량으로 감소하였다. α -amylase 활성은 모든 시험구가 발효 초기부터 활성이 나타났으며 protease 활성은 발효 5일 이후부터 식품공전 규격을 충족시켰다. 또한, 본 연구에서 실시한 시험조건 모두 발효 전에 비해 발효 7일 경과 후 ACE 저해활성과 전자공여능이 증가하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(B0009747-3)에 의한 연구비로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

- Hwang JY, Choi SH, Lee SK, Kim SM. 2009. Optimal conditions for the production of salt-tolerant protease from *Aspergillus* sp. 101 and its characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1612-1617.
- Park HK, Kim JK. 2008. Optimal manufacturing conditions for Korean soybean paste and soy sauce, using *Aspergillus oryzae* AJ 100 as a flavor improver. *Food Sci Biotechnol* 17: 208-211.
- Kwon DJ. 2004. Quality improvement of *kochujang* using *Coddyceps* sp. *Korean J Food Sci Technol* 36: 81-85.
- Oh BH, Kim YS, Jeong PH, Shin DW. 2006. Quality characteristics of *kochujang meju* prepared with *Aspergillus* species and *Bacillus subtilis*. *Food Sci Biotechnol* 15: 549-554.
- Lee BI, Yoon SW, Lee CH. 1999. Determination of the degree of gelatinization of cooked rice and its effect on the enzyme activity of the Korean gokja grown with *Aspergillus oryzae*. *Food Sci Biotechnol* 8: 162-167.
- Kim SS. 1997. Effect of meju shapes and strains on the quality of soy sauce. *Korean J Food Sci Technol* 10: 63-72.
- Lee TS, Han EH. 2001. Volatile flavor components in mash *takju* prepared by using *Aspergillus oryzae nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 33: 366-372.
- Seo JS, Han Em, Lee TS. 1986. Effect of meju shapes and strains on the chemical composition of soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 15: 1-9.
- Chung KS, Yoon KD, Kwon DJ, Hong SS, Choi SY. 1997. Cytotoxicity testing of fermentation soybean products with various tumor cells using MTT assay. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 25: 477-482.
- Yoon YD, Kwon DJ, Hong SS, Kim SI, Chung KS. 1996. Inhibitory effect of soybean products in the chemically induced mutagenesis. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 24: 525-528.
- Cheigh HS, Lee JS, Moon GS, Park KY. 1993. Antioxidative activity of browning products fractionated from fermented soybean sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 22: 565-569.
- Park KY, Moon SH, Baik HS, Cheigh HS. 1990. Antimutagenic effect of Deoenjang (Korean fermented soy paste) toward aflatoxin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 156-162.
- Hong SS, Chung KS, Yoon KD, Cho YJ. 1996. Antimutagenic effect of solvent extracts of Korean fermented soybean products. *Food Sci Biotechnol* 5: 263-267.
- Atsuko I, Yuji T, Yukio K. 1994. Physiological of miso. *Jpn J Brewing Soc* 89: 869-872.
- Naohoko Y. 1992. Antioxidative activity of miso. *Jpn J Brewing Soc* 87: 721-725.
- KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2010. *Food Code*. Seoul, Korea.
- Kang DI. 2008. *The yearbook of food distribution*. Food Journal, Seoul, Korea. p 286-290.
- Flowers TJ, Troke PF, Yeo AR. 1997. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann Rev Plant Physiol* 28: 89-121.
- Lee YJ, Park IB, Kim HS, Shin GW, Park JW, Jo YC. 2009. Characteristics and stability of violet red pigment extract from *Salicornia herbacea* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 885-891.
- Lee CH, Kim IH, Kim YE, Oh SW, Lee HJ. 2004. Determination of betaine from *Salicornia herbacea* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1584-1587.
- Cha JY, Jeong JJ, Kim YT, Seo WS, Yang HJ, Kim JS, Lee YS. 2006. Detection of chemical characteristics in hamcho (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods. *J Life Sci* 16: 683-690.
- Park JW, Kim HS, Park IB, Shin GW, Lee YJ, Jo YC. 2009. Optimization of ethanol extraction conditions from glasswort (*Salicornia herbacea*) using response surface methodology. *Korean J Food Preserv* 16: 376-384.
- Kim HS, Park JW, Lee YJ, Shin GW, Park IB, Jo YC. 2009. The amino acid content and antioxidant activities of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Preserv* 16: 427-434.
- Park SH, Kim KS. 2004. Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea* L. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 120-123.
- Jo YC, Ahn JH, Chon SM, Lee KS, Bae TJ, Kang DS. 2002. Studies on pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). *Korea J Medicinal Crop Sci* 10: 93-99.
- Han SK. 2004. Antioxidant effect of fermented *Salicornia herbacea* L. liquid with EM (effective microorganism) on pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 24: 298-302.
- Han SK, Kim SM, Pyo BS. 2003. Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the liquid oxidation of pork. *Korean J Food Sci Ani Resour* 23: 46-49.
- Han SK, Kim SM. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 207-210.
- Bang MA, Kim HA, Cho YJ. 2003. Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary hamcho powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 840-846.
- Lee JT, An BJ. 2002. Detection of physical activity of *Salicornia herbacea*. *Kor J Herbology* 17: 61-69.
- Lee JT, Jeong YS, An BJ. 2002. Physiological activity of *Salicornia herbacea* and its application for cosmetic materials. *Kor J Herbology* 17: 51-60.
- Choi IK. 1998. Protective effect of *Salicornia herbacea* L. against carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Duksung Bull Pharm Sci* 9: 51-69.
- Jeong CY, Ryu JS, Choi CK, Jeon BS, Park JW, Shin GG, Kim BK, Bae DW, Cha JY. 2004. Supplemented effect of *Salicornia herbacea* extract powder on preparation and quality characteristics of fermented milk product. *J Life Sci* 14: 788-793.
- Song TC, Lee CH, Kim YE, Kim IH, Han DS, Yang DH. 2007. The functionality of the saltwort (*Salicornia herbacea* L.) extract fermented juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 395-399.
- Cho YS, Kim SI, Han YS. 2008. Effect of slander glasswort extract yogurt on quality during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 212-221.
- Park IB, Park JW, Lee YJ, Shin GW, Kim HS, Jo YC. 2009. Quality characteristic of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) fermented by *Bacillus subtilis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 902-908.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 335.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-429.
- Kum JS, Han O. 1997. Changes in physicochemical properties of kochujang and doenjang prepared with extruded wheat flour during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 601-605.
- Kim EY, Rhyu MR. 2000. The chemical properties of doenjang prepared by *Monascus koji*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1114-1121.

41. Kim SH, Kim SJ, Kim BH, Kang SG, Jung ST. 2000. Fermentation of doenjang prepared with sea salt. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1365-1370.
42. Park JS, Lee MY, Lee TS. 1995. Compositions of sugars and fatty acids in soybean paste (*Doenjang*) prepared with different microbial sources. *Korean J Food Sci Technol* 24: 917-924.
43. Ku KH, Choi EJ, Park WS. 2009. Quality characteristics of doenjang added with red pepper (*Capsicum annuum* L.) seed. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1587-1594.
44. Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SG, Lee SO, Jung ST, Jung JH. 1996. *Fermentational engineering*. 2th ed. Sunjinmunhwasa, Seoul, Korea. p 269-281.
45. Cho YJ, Cha WS, Bok SK, Kim MU, Chun SS, Choi UK. 2000. Production and separation of anti-hypertensive peptide during chungkukjang fermentation with *Bacillus subtilis* CH-1023. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 247-252.
46. Chung WY, Kim SK, Son JY. 2008. Isoflavones contents and physiological activities of soybeans fermented with *Aspergillus oryzae* or *Bacillus natto*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 141-147.
47. Cheigh HS, Park KS, Moon GS, Park KY. 1990. Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 163-167.
48. Kim MH, Im SS, Yoo YB, Kim GE, Lee JH. 1994. Antioxidative materials in domestic meju and doenjang. 4. Separation of phenolic compounds and their antioxidative activity. *Korean Soc Food Sci Nutr* 23: 792-798.

(2010년 5월 20일 접수; 2010년 6월 24일 채택)