

동충하초를 이용한 코오지의 발효특성

권동진
국립원주대학 식품과학과

Fermentation Characteristics of *Koji* inoculated with *Cordyceps* sp. Kwon, Dong-Jin. Department of Food Science, Wonju National College, Wonju 220-720, Korea - To investigate the quality of *Koji* produced by *Cordyceps* sp., a mixed culture of *Aspergillus oryzae* and the *Cordyceps* sp. were inoculated in *Koji* making. Viable cell counts and counts of fungi spore during *Koji* making for 120 hours were increased rapidly within 24-48 hours, after then their changes were not shown significantly during *Koji* making. The activities of amylase and protease in *Koji* inoculated with the mixed culture of *A. oryzae* and *Cordyceps* sp. were superior to one with *A. oryzae* only. The sensory evaluation on the *Koji* with 0.5% (w/w) *A. oryzae* and 0.5% (w/w) *Cordyceps* sp. were evaluated to be superior to ones. The best quality of *Koji* is prepared from the mixture of *Cordyceps* sp. and *A. oryzae* with the ratio of 0.5% and 0.5% (w/w).

Key words: *Koji*, *Cordyceps* sp.

오늘날 버섯류는 10,000여종 이상이 밝혀져 있으며 기호성 식품으로 영양학적 가치와 생리활성 효과가 있는 것으로 알려져 있다[9,7]. 버섯류는 항암효과, 항변이원성 효과, 항콜레스테롤성 등의 생리활성 효과 때문에 각종 암과 성인병에 대한 예방 및 개선효과가 있는 식품이라 할 수 있다[6,8].

이와 같은 버섯류는 진균류에 속하는 담자균과 자낭균 중 자실체를 형성하는 고등균류로서 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양성분이 골고루 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 맛과 향기를 지니고 있어 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 온 자연식품, 저 칼로리 식품 및 무공해 식품이라 할 수 있다[5].

동충하초는 겨울에는 벌레상대로 있다가 여름이 되면 버섯이 된다고 하여 붙여진 이름으로서 곤충에서 발생하는 약용버섯을 말하며 전세계적으로 약 300여종이 보고되어 있다. 동충하초가 관심의 대상이 되는 것은 특유의 약리 효능 때문으로 중국에서는 예로부터 동충하초를 불로장생, 강장 및 강정의 비약으로 아주 귀하게 여겨왔다. "본초종신"이나 "천연의학대사전"의 기록에 의하면 동충하초는 달고 순하며 신장기능을 돕고 폐를 튼튼히 하며 강장, 정력보강, 진정 및 빈혈 등에 효과가 있는 것으로 기록되어 있다.

일반적으로 간장, 된장 및 고추장 등을 제조하는 장류제조 업체에서는 효소원으로 *Aspergillus oryzae*를 접종시킨

코오지를 이용하여 제조하고 있는데 이는 원료인 콩 또는 밀에 황국균(*Aspergillus* sp.)을 접종하여 발효시킨 것이다. 이와 같은 메주나 코오지를 이용하여 제조한 대두 발효식품인 장류에 대한 항암성, 항변이원성 및 항산화성 등의 생리활성기능성에 대하여 이미 많이 보고되어 있어 기능성이 우수한 것으로 알려져 있다[3,4]. 이와 같이 우수한 생리활성 기능성은 장류제조에 이용되는 코오지에 의한 것으로 여기에 강장 및 정장에 효과가 있는 동충하초를 첨가하게 되면 기능성이 보완 또는 향상될 것으로 기대되나 동충하초를 사용하여 제조한 코오지의 특성에 관한 보고는 거의 되어 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 코오지의 품질을 개선하기 위해 코오지 제조에 황국균 이외에 항균작용, 중추신경조절작용, 혈압강하, 콜레스테롤 저하 기능, 면역증강작용, 항암성 및 항변이성 등의 생리활성 기능이 우수한 누에 동충하초를 함께 접종하여 제국 중의 품질특성을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

코오지 제조에 사용된 대두는 원주시 소재 농협에서 2000년 6월에 구입한 백태를 사용하였으며 식염은 시중에서 판매하고 있는 천일염을 구입하였다.

균주

코오지 제조에 사용된 균주는 장류제조업체에서 사용하는 황국균, 즉 *Aspergillus oryzae*를 분양 받았으며 동충하초(*Cordyceps* sp.)는 덕성여자대학교 김 건희 교수 연구실

*Corresponding author
Tel. 82-33-760-8452, Fax. 82-33-763-8680
E-mail: kdj6001@sky.wonju.ac.kr

에서 분양 받아 사용하였다.

코오지 제조

대두를 정선하여 세척한 후 2~3시간 침지시킨 후 0.8 Kg/cm², 60분간 증자시켰다. 종균으로 사용된 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.는 원료대두에 대하여 Table 1과 같은 비율로 접종하였다. 즉 *A. oryzae*를 원료 대두에 대하여 0.5% (w/w) 및 1.0%(w/w)를 접종한 것과 여기에 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5%(w/w), 1.0%(w/w)씩을 첨가하였다. 이때 증자 대두의 품온이 33°C이하가 되도록 하였다. 초기 배양 온도는 27~28°C가 되도록 하였으며 이후 24시간마다 뒤집기를 하여 품온 상승을 억제하면서 120시간 제국하였고 일정시간마다 시료를 채취하여 생균수, 효모수 및 곰팡이 포자수 등의 미생물분석, amylase와 protease 등의 효소분석 및 색도를 측정하였고, 제국이 끝난 코오지에 대하여 관능검사를 실시하였다.

시험방법

Amylase와 protease 등의 효소분석은 Von[10]의 방법에 준하였으며 생균수는 plate count agar(Difco Lab., USA) [2]를, 효모수는 potato dextrose agar(Difco lab., USA)[2] 사용하여 30°C에서 24~48시간 배양시킨 후 계수하였다. 곰팡이의 포자수는 균일화시킨 시료 1.0 g을 취한 후 여기에 0.5%의 Tween 80 용액 100 ml와 2%의 methylene blue 용액 2 방울을 혼합하여 10분간 진탕한 후 검정하였다. 색도는 색차계(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta, Japan)를 사용하였으며 reference plate는 백색 판을 기준으로 L값 99.46, a값 +0.01, b값 +2.10으로 한 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 표시하였다.

관능검사

제국이 끝난 코오지의 관능검사는 기호척도법에 따라 매우 좋다 (5점), 보통으로 좋다 (4점), 좋지도 싫지도 않다 (3점), 보통으로 싫다 (2점), 매우 싫다 (1점)의 1단계로 채점하였으며 data의 통계처리는 분산분석 및 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검증하였다[1].

Table 1. Mixed ratio of *Aspergillus oryzae* and *Cordyceps* sp. in *Koji* making. (% , w/w)

Sample No.	Soybean	<i>Aspergillus oryzae</i>	<i>Cordyceps</i> sp.
1	99.5	0.5	-
2	99.0	1.0	-
3	99.0	0.5	0.5
4	98.5	0.5	1.0
5	98.5	1.0	0.5
6	98.0	1.0	1.0

결과 및 고찰

코오지의 생균수 및 포자수

Table 1과 같이 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 일정 비율로 혼합, 제조한 코오지를 120시간 제국하면서 24시간마다 시료를 취하여 생균수 및 포자수를 측정된 결과는 Fig. 1~2와 같다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 제국 24시간까지 생균수의 급격한 증가를 볼 수 있으며 이후 완만히 증가하는 것을 볼 수 있었으나 처리구별로 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 즉 제국 초기에는 2.1×10^5 cfu/g에서 제국 48시간에는 평균 3.1×10^9 cfu/g 이상을 보이고 이후 완만한 증가를 보이고 있었다. 한편 제국 48시간 이후에는 처리구에 따라 생균수의 큰 변화를 볼 수 없어 제국시간은 48시간 정도가 적절하리라 사료된다.

이와 같은 결과는 일반 장류공장에서 *A. oryzae*를 이용한 제국에 40~48시간이 소요되는 것을 볼 때 *Cordyceps* sp.를 첨가하여 제조하는 콩 코오지의 제국시간도 48시간 전후가 적절하리라 사료된다. 한편 효모수를 측정된 결과 코오지 제조 중에는 효모를 검출할 수 없었다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 제국 초기에 곰팡이 포자수가 4.2×10^4 spore/g에서 제국 24시간째에는 1.4×10^7 spore/g으로 급격히 상승하고 이후 완만한 증가를 보이고 있었으며 처리구별로 약간의 차이는 있으나 24시간 이후 전반적으로 $10^8 \sim 10^9$ spore/g 정도를 나타내고 있어 *Cordyceps* sp.를 이용한 코오지 생산이 가능한 것으로 나타났다.

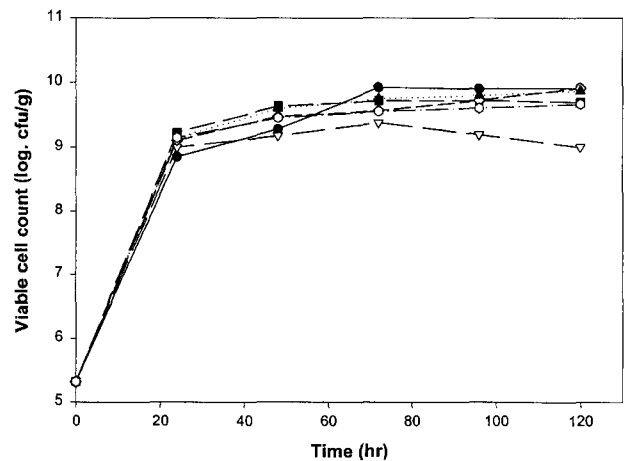


Fig. 1. Time courses of viable cell counts during *Koji* making.
 -●- *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae*; -▽- *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae*; -■- *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; -◇- *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.; -▲- *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; -○- *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.

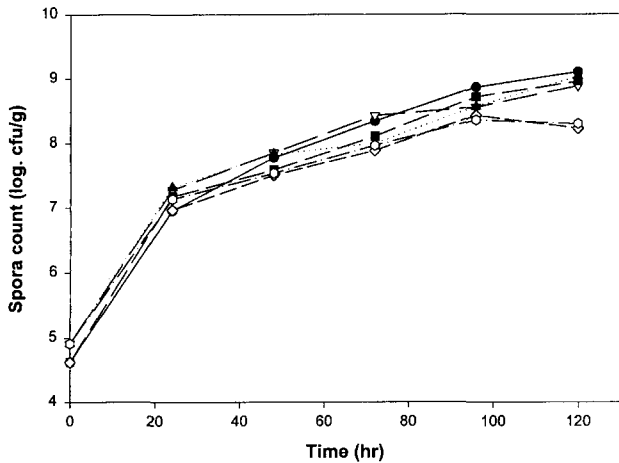


Fig. 2. Time courses of counts of fungi spora during *Koji* making.

—●— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae*; —▽— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae*; —■— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —◇— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.; ...▲... *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —○— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.

코오지의 amylase 및 protease 활성

*A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 이용하여 제조한 코오지의 α-amylase, β-amylase 및 산성 protease를 측정된 결과는 Fig. 3~5와 같다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 제국 72시간까지 α-amylase의 역가가 급속히 증가하고 이후 완만히 증가하는 경향을

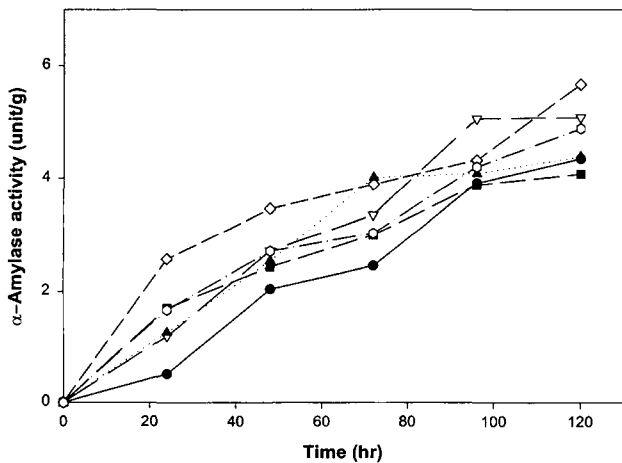


Fig. 3. Time courses of α-amylase activity during *Koji* making.

—●— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae*; —▽— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae*; —■— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —◇— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.; ...▲... *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —○— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.

보이고 있었다. 즉 제국 24시간째에는 0.5%(w/w) *A. oryzae*와 1.0%(w/w) *Cordyceps* sp.를 접종한 처리구가 가장 높은 효소역가를 나타내고, 0.5%(w/w) *A. oryzae*만을 접종한 처리구가 가장 낮았다. 또한 제국 72시간째에는 1.0%(w/w) *A. oryzae*와 0.5%(w/w) *Cordyceps* sp.를 접종한 처리구와 0.5%(w/w) *A. oryzae*와 1.0%(w/w) *Cordyceps* sp.를 접종한 처리구가 가장 높은 효소역가를 나타낸 반면 0.5%(w/w) *A. oryzae*만을 접종한 처리구가 가장 낮았다. 제국 72시간이후에는 약간의 효소역가의 차이는 있지만 제국 120시간째에는 0.5%(w/w) *A. oryzae*와 1.0%(w/w) *Cordyceps* sp.를 접종한 처리구가 가장 높은 효소역가를 나타내고 있어 *A. oryzae*에 *Cordyceps* sp.를 0.5% 또는 1.0%(w/w)를 접종하는 것이 효소생산에 효과가 있는 것으로 나타났다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 β-amylase는 α-amylase와는 달리 처리구간에 큰 차이를 볼 수 없었다. 제국 24시간까지 효소 역가가 급격히 증가하고 있었고 이후 완만한 변화를 보이고 있었다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 단백질을 분해하여 유리 아미노산을 생성하는 산성 protease는 *Cordyceps* sp.의 함량이 높을수록 효소의 역가가 높은 것으로 나타났다. 즉 *A. oryzae*만을 접종한 처리구는 다른 처리구에 비해 효소역가가 낮은 편이었으나 *Cordyceps* sp.가 첨가된 처리구는 *Cordyceps* sp.의 첨가비율이 높을수록 월등히 높은 편이었다. 이와 같은 결과는 *A. oryzae*에 의해 분비되는 효소보다 *Cordyceps* sp.에서 분비되는 효소의 역가가 높기 때문에 나타난 결과로 사료된다. 특히 코오지 제조 균에 의해 분비되

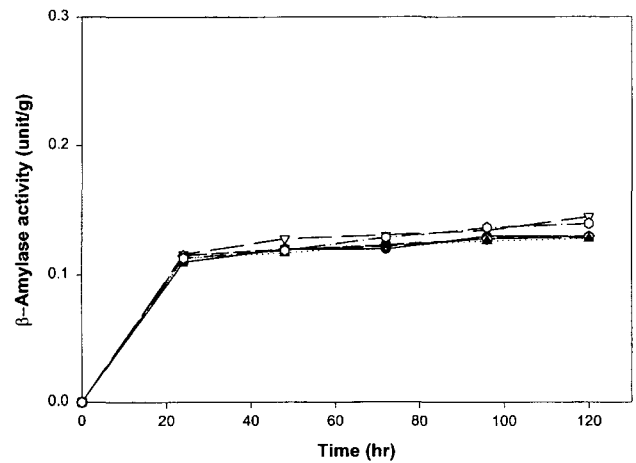


Fig. 4. Time courses of β-amylase activity during *Koji* making.

—●— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae*; —▽— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae*; —■— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —◇— *Koji* inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.; ...▲... *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —○— *Koji* inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.

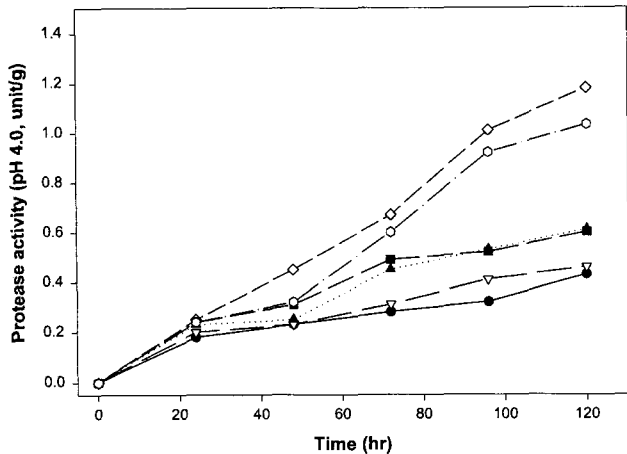


Fig. 5. Time courses of protease activity (pH 4.0) during Koji making.

—●— Koji inoculated with 0.5% *A. oryzae*; —▽— Koji inoculated with 1.0% *A. oryzae*; —■— Koji inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —◇— Koji inoculated with 0.5% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.; —▲— Koji inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 0.5% *Cordyceps* sp.; —○— Koji inoculated with 1.0% *A. oryzae* and 1.0% *Cordyceps* sp.

는 효소 중에서 단백질 분해효소는 장류 제품의 맛에 미치는 영향이 크기 때문에 장류 제조용 코오지 제조에 이용되는 균은 단백질 분해효소능이 우수한 것을 선정하는 것이 필요하다.

따라서 효소 역가는 효소 종류에 따라 약간의 차이는 있지만 *A. oryzae*보다는 *Cordyceps* sp가 첨가된 처리구에서 높게 나타나 간장, 된장 및 고추장 등 장류에 이용되는 코오지 제조에 *A. oryzae*외에 *Cordyceps* sp를 이용하면 glucose를 포함한 소당류외에 유리 아미노산의 생성이 높을 것으로 기대되어 향과 맛에서 기존 장류제품에 비해 좋을 것으로 예상된다.

코오지의 색도

Table 1과 같이 제조한 코오지를 120시간 제조한 후 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 *Cordyceps* sp의 함량이 높을수록 검은 색을 띄고 있었다. 대조구인 *A. oryzae*를

Table 2. Surface color of Koji inoculated with *Aspergillus oryzae* and *Cordyceps* sp.

Sample No.*	L**	a**	b**	ΔE**
1	54.14	5.77	19.35	57.78
2	53.20	5.85	16.96	53.55
3	46.37	6.60	17.51	50.00
4	35.58	5.08	12.62	38.09
5	45.86	7.41	18.42	49.97
6	35.88	4.31	11.41	37.91

*Sample No. referred to Table 1.

**L: Lightness

a: Redness

b: Yellowness

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

0.5%(w/w) 접종한 처리구에 비해 *A. oryzae*를 1.0%(w/w) 첨가한 처리구는 L값이 1.7% 감소하는 반면, 0.5%(w/w) *A. oryzae*에 *Cordyceps* sp.를 0.5%와 1.0%(w/w) 첨가한 처리구는 각각 14.4% 및 34.3% 감소하고 있었고, *A. oryzae* 1.0%(w/w)에 *Cordyceps* sp.를 0.5% 및 1.0%(w/w)첨가한 처리구도 이와 유사한 정도로 감소하고 있어 *Cordyceps* sp가 코오지의 색에 미치는 영향은 매우 크다고 사료된다.

코오지의 관능검사

Table 1과 같이 제조한 코오지를 120시간 제조한 후 맛, 향 및 색깔에 대하여 관능검사를 한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 전반적으로 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5% (w/w)를 첨가한 코오지가 가장 높은 점수를 얻고 있는 것을 볼 수 있었다.

맛의 경우 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5% (w/w)씩 혼합 첨가한 것이 *A. oryzae*만을 첨가한 코오지보다 높은 점수를 얻고 있어 코오지 제조에 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 혼합하여 제조하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

향의 경우 전반적으로 *A. oryzae*만을 첨가한 코오지가 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 혼합 첨가한 코오지보다 높은 점수를 얻고 있었다. 이는 *Cordyceps* sp의 고유 향이

Table 3. Sensory evaluation on Koji inoculated with *Aspergillus oryzae* and *Cordyceps* sp. for determining *Cordyceps* sp. concentration by hedonic scale*

Sample No.**	1	2	3	4	5	6
Taste	3.5 ± 0.53 ^{bc***}	3.6 ± 0.52 ^{bc}	4.2 ± 0.63 ^a	3.90.74 ^{ab}	3.9 ± 0.74 ^{ab}	3.3 ± 0.68 ^c
Flavor	4.4 ± 0.52 ^a	4.3 ± 0.68 ^a	4.4 ± 0.52 ^a	2.90.74 ^b	2.9 ± 0.57 ^b	2.3 ± 0.44 ^c
Color	3.8 ± 0.79 ^{abc}	4.1 ± 0.83 ^{ab}	4.4 ± 0.70 ^a	3.00.82 ^c	3.6 ± 0.70 ^{bc}	2.7 ± 0.68 ^c

*Each value represented the mean of 10 observations using on hedonic scale of 1 (dislike very much) to 5 (like very much).

**Sample No. referred to Table 1.

***Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (α=0.05).

역접기 때문에 점수가 낮은 것으로 사료된다. 그러나 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5%(w/w)씩 혼합 첨가한 것은 *A. oryzae*만을 첨가한 코오지와 유사한 점수를 얻고 있었다.

색의 경우 *A. oryzae*만을 첨가한 코오지 또는 *A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5%씩 첨가한 코오지가 높은 점수를 얻은 반면 *Cordyceps* sp.가 0.5% (w/w)이상 첨가된 코오지는 이보다 낮은 점수를 얻고 있었다.

이와 같은 결과로부터 *Cordyceps* sp.의 첨가가 코오지의 맛을 높여주는 효과는 있으나 향과 색에서 오히려 낮은 점수를 얻고 있어 *Cordyceps* sp.의 첨가량이 매우 중요한 것으로 판단된다.

따라서 코오지 제조에 *A. oryzae*과 *Cordyceps* sp.를 0.5%(w/w)씩 첨가하면 코오지의 품질을 향상시킬 수 있고 나아가 간장 및 된장 등의 장류제조에 이용될 경우 장류의 품질도 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

일반 상법으로 제조되는 코오지, 즉 밀 또는 대두에 *A. oryzae*만으로 제조하는 코오지에 *Cordyceps* sp.를 첨가하여 코오지의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. *A. oryzae*만으로 제조하는 코오지에 *Cordyceps* sp.를 일정량 혼합 첨가하여 제조하여 생균수 및 포자수를 측정된 결과 48시간까지 급격히 증가했다. 이후 생균수 및 곰팡이의 포자수의 유의할만한 변화를 볼 수 없어 제국시간을 48시간 전후로 조정하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 또한 amylase 및 protease 등의 효소역가를 측정된 결과 *Cordyceps* sp.를 첨가한 코오지가 *Cordyceps* sp.를 첨가하지 않은 코오지보다 효소역가가 높은 것으로 나타났다. 제국이 끝난 코오지에 대하여 맛, 향 및 색깔에 대하여 관능검사를 실시한 결과

*A. oryzae*와 *Cordyceps* sp.를 각각 0.5%(w/w)를 혼합 첨가한 것이 더 좋게 나타났다.

REFERENCES

1. Cary, N. C. 1988. Statistical analysis system institute Inc. SAS user's guide release, 6.03, SAS Institute Inc.
2. Difco Manual. 1984. Difco laboratories 19th. (ed.), p. 679. (PCA), p. 689. (PDA). Detroit, Michigan.
3. Hong, S. S. and D. J. Kwon. 1994. Screening of antimutagenic compounds in fermented soybean products of Korea. pp. 10-13. Korea Food Research Institute.
4. Iwashita, A., Y. Takahashi, and Y. Kawamura. 1994. Physiological function of Miso. *J. brew. Soc. Japan.* **89**: 869-872.
5. Ji, J. H., M. N. Kim, K. P. Choi, C. H. Chung, and S. S. Ham. 2000. Antimutagenic and cytotoxicity effects of *Agaricus blazei* Murill extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **32**: 1371-1378.
6. Kada, T., T. Inoue, K. Morita, and M. Namika. 1986. *Genetic toxicology of the diet*, pp. 245-251. 1st ed. Liss Inc., New York.
7. Kim, G. H. and H. K. Han. 1998. The effect of mushroom extracts on carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **27**: 326-332.
8. Micozzi, M. S. and J. A. Tangera. 1989. *General introduction: Rational for the nutritional prevention of cancer*, pp. 3-12. Marcel Dekker Inc., New York.
9. Oh, K. K., H. S. Kim, M. H. Cho, Y. G. Chai, and Y. J. Jeon. 1999. Isolation and characterization of white rot fungi for decolorization of several synthetic Dyes. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **27**: 500-508.
10. Von W. 1993. Worthington Enzyme Manual. pp. 36-44 (amylase), pp. 349-340 (protease). Worthington Biochemical Corp. New Jersey.

(Received Sep. 1, 2001/Accepted Oct. 29, 2001)