Korean J. Food & Nutr. Vol. 23. No. 3, 376～380 (2010)

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

# 느타리버섯, 양송이버섯, 팽이버섯 추출물의 핵산 관련 물질 함량 분석

김 명 숙 · †김 건 희
덕성여자대학교 식품영양학과

# Contents of Nucleic Acids(Nucleosides and Mono-Nucleotides) in Extracts of *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes*

Myoung Sook Kim and †Gun Hee Kim
*Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea*

## Abstract

Mushrooms(*Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* and *Flammulina velutipes*) are popular food sources in Korea, and have been reported as therapeutic foods, useful for preventing various diseases. In this study we researched HPLC conditions for the determination of nucleic acids in extracts of the three type of mushrooms. The method for nucleic acids analysis of mushrooms was developed using HPLC with UV detection. To determine the nucleic acids, mushroom extracts were extracted in hot water at 90℃ by reflux extraction for 1 hr. Then, the extracts were hydrolyzed by enzymes RP-1G and 50000G. The HPLC conditions were simple, rapid, and sensitive, and were applicable for the analysis of 4 nucleosides (cytidine, uridine, guanosine and inosine) and 3 mono-nucleotides(5'-CMP, 5'-UMP, and 5'-IMP) in the mushrooms. The nucleic acids in the mushrooms were cytidine, guanosine, inosine, uridine, 5'-CMP, 5'-IMP, and 5'-UMP. The analysis results for total nucleic acids in the mushroom extracts(*Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, and *Flammulina velutipes*) indicated levels of 25.28, 27.75, and 19.87 ㎎/g, respectively. In conclusion, this method can be used successfully for qualitative and quantitative analysis of nucleic acids in *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, and *Flammulina velutipes*.

Key words: *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*, nucleic acid, HPLC.

## 서 론

버섯은 예로부터 식용으로 널리 이용되어 왔으며, 당질, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 골고루 갖춘 식품일 뿐만 아니라 특유의 맛과 향기를 가지고 있어 기호성이 높은 식품으로 인식되고 있다(Jung 등 2001). 점차적으로 버섯에 대한 관심이 높아지고 식품학적 및 약리학적 측면에서 우수성에 대한 연구가 활발히 진행되면서 β-D-glucan과 같은 단백다당체 이외에도 버섯에 함유된 식이섬유, 스테로이드 등의 지질 성분들이 우수한 생리 활성 성분으로 밝혀지고 있다(Choi 등 2008). 특히, 국내의 경우 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*), 양송이버섯(*Agaricus bisporus*), 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)이 널리 이용되고 있으며, 이들은 대표적인 담자균류 주름버섯목의 일종으로 항종양 활성, 혈당 감소 기능, 콜레스테롤 감소 기능, 지질 과산화 억제 및 항산화 효소 활성화 기능 등이 있는 것으로 보고되고 있다(Jeong 등 1992; Nam & Kang 2000; Kwon 등 2003; Shin H 2005; Oh & Lee 2010). 이들 버섯의 면역세포 활성화 및 항산화 활성 등의 생리 활성에 대한 연구는 다양한 측면에서 진행되고 있으나, 이에 대한 주요 지표성분 분석에 대한 연구는 부족한 실정이며, 이는 버섯과 그 가공품의 기능성 식품화를 통한 고부가가치 산업으로 성장하기 위해서는 반드시 수반되어야 할 연구로 사료된다(Mizuno T 1995; Kang 등 2004; Kim 등 2004). 최근에는 버섯 함유 생리 활성 성분 중 핵산 관련 성분에 대한 관심이 증가하고 있

† Corresponding author: Gun-Hee Kim, Dept. of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 419 Ssangmun-dong, Tobong-gu, Seoul 132-714, Korea. Tel: +82-2-901-8496, Fax: +82-2-901-8474, E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

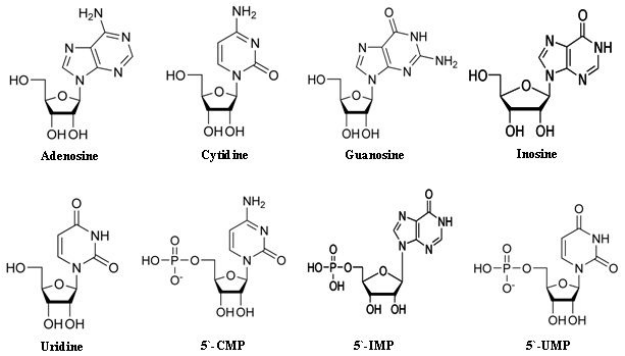


**Fig. 1. Structure of 5 nucleosides(adenosine, cytidine, guanosine, inosine and uridine) and 3 mononucleotides(5'-CMP, 5'-UMP, 5'-IMP).**

다. 핵산(nucleic acid)은 세포핵 내에 존재하는 산성물질로 세포의 분열, 성장 에너지 생산 등을 조절하여 생명현상의 전 과정에 영향을 준다고 알려져 있다. 핵산은 당, 지질 및 단백질과 같이 사람의 몸 속에 고분자 상태로 존재하며 뉴클레오티드(nucleotide)가 단위 성분으로 알려져 있다. 염기와 당, 인산이 하나씩 결합된 구조로 이를 모노-뉴클레오티드(mononucleotide)라고 하며, 인산이 떨어진 구조를 뉴클레오시드(nucleoside)라 한다(Fig. 1) (Matsunaga M 1999). 핵산은 일정 시기가 지나면 생성이 중단되며 인체 내 핵산 감소는 기능의 쇠퇴 및 노화의 원인이 되므로 식품으로의 꾸준한 섭취가 요구된다(Maldonado 등 2001). 핵산은 세포 부활 작용, 면역 증강 작용, 과산화 지질 형성 억제 작용, 항알레르기 작용(Jane D 1991; Yau 등 2003; Hawkes 등 2006) 등이 잘 알려져 있으며, 이러한 활성들은 버섯 추출물이 가지는 생리 활성 효과와 유사한 것으로 이를 버섯의 생리 활성의 주요 지표물질로 추정하고, 국내에서 많이 이용되고 있는 느타리, 양송이, 팽이버섯을 대상으로 분석을 시도하였다. 현재까지 진행된 핵산 관련 성분에 대한 국내 연구로는, 정미 성분으로 된장의 숙성 과정 중 맛 성분 변화(Shin 등 1997) 및 횟감의 신선도 판정(Hong 등 2004) 등에 대한 연구가 주로 이루어져 왔다. 또한, 다양한 핵산 관련 성분 중 일부 단일 성분에 대한 분석(Hur H 2008) 연구가 진행되어 있는 정도이다. 따라서 다양한 뉴클레오시드 및 모노-뉴클레오티드의 핵산 관련 성분에 대한 효과적인 동시 분석 조건 확립이 요구되며, 핵산 성분은 생리적인 기능뿐만 아니라 버섯의 주요 맛 성분으로 알려져 있으므로 버섯 각각에 함유된 핵산 성분을 분석하여 버섯의 종류에 따라 향미가 다른 특성에 영향을 주는 인자로 활용할 수도 있을 것으로 추정된다(Hayashi 등 1981; Im 1990).

따라서, 본 연구에서는 총 8가지 핵산 성분의 효과적인 동시 분석 조건을 확립하고, 느타리, 양송이, 팽이버섯을 대상으로 각 버섯에 따른 주요 핵산 성분의 종류 및 함량을 분석하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

실험에 사용된 느타리버섯, 양송이버섯, 팽이버섯은 서울에 소재한 대형 할인 마트로부터 구입하여 동결 건조한 후 분쇄하여 분말로 사용하였다. 동결 건조 버섯 분말은 −70℃에서 냉동 저장한 버섯을 동결 건조기(FDU-8603, Operon, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 −65℃, 5 torr에서 1일 동결 건조한 후 분쇄기(MCH-602, Dongyang Magic, Korea)로 분쇄하였다. 핵산 분석을 위한 효소 RP-1G와 50000G는 AMANO(AMANO Enzyme Inc., Japan)로부터 구입하였으며, 그 외의 시약은 Junsei chemical Co. Ltd.(Japan) 제품을 사용하였다. HPLC 분석 시약인 potassium phosphate monobasic($KH_2PO_4$, ≥99%), tetrabutylammoniumhydroxide(TBA, ≥98%), phosphoric acid($H_3PO_4$) 및 표준물질(cytidine, uridine, adenosine, guanosine, inosine, 5'-CMP, 5'-UMP, 5'-GMP)은 Sigma-Aldrich Co.(USA)로부터 구입하여 사용하였다.

### 2. 핵산 분석을 위한 효소 처리 분해법

각각의 버섯 현탁액에 0.1 N HCl(hydrochloric acid solution) 첨가하여 섞어가면서 pH 5.0으로 맞춘 후 RP-1G 0.2%(w/v)를 첨가하였다. 이 용액을 70℃에서 3시간 이상 반응시킨 후 0.1 N NaOH 수용액을 사용하여 pH 5.6으로 맞춘 다음 50000G 0.2%(w/v) 첨가하였다. 이 용액을 다시 45℃에서 1시간 이상 반응시킨 후 90℃에서 15분 동안 열처리하였다. 열처리한 시료는 냉각시키기 위해서 찬 물에 15분 정도 식힌 후 15,000×g (4℃, 10 min)로 원심분리한 다음 상층액을 membrane filter (0.45 ㎛)를 이용하여 여과한 후 HPLC 분석에 사용하였다.

### 3. 핵산 성분의 HPLC 분석

느타리버섯, 양송이버섯, 팽이버섯의 핵산 관련 성분 분석을 위하여 각각의 버섯을 추출 및 효소적 가수분해한 뒤 HPLC (515 HPLC pump, 717 autosampler, 2487 absorbance detector, Waters, Sweden)를 이용하여 분석하였다. 또한 표준물질 nucleosides(cytidine, uridine, adenosine, guanosine, inosine)와 5'-mononucleotides(cytidine 5'-monophosphate, uridine 5'-monophosphate, inosine 5'-monophosphate)를 이용하여 핵산 관련 성분의 조성 및 정량 분석을 진행하였다.

### 4. 표준검량선의 작성

표준검량선은 nucleosides(cytidine, uridine, adenosine, guanosine,

inosine) 및 nucleotide-mono(cytidine 5'-monophosphate; 5'-CMP, uridine 5'-monophosphate; 5'-UMP, inosine 5'-monophosphate; 5'-IMP) 표준물질을 10, 25, 50, 100 ㎍/㎖ 농도로 조제한 후 HPLC로 분석하여 작성하였다.

### 5. 통계 처리

통계 처리를 위하여 본 실험을 3회 이상 반복 실험하여 재현성을 확인하였으며, 1회 분석시 3회 반복 분석하였다. 통계 처리는 SPSS 14.0 프로그램을 사용하여 ANOVA one-way 및 Duncan's multiple test를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 핵산 성분의 HPLC 분석 조건

HPLC System을 이용한 효과적인 동시 분석을 위하여 Column은 Nova-pak $C_{18}$(4.6 ㎜×150 ㎜, Waters)을 장착하고, 이동상으로 phosphoric acid를 첨가하여 pH 3.2로 맞춘 1.6 ㎖ TBA · 65 mM potassium phosphate를 0.5 ㎖/min의 유속으로 흘리면서 HPLC에 시료를 5 ㎕ 주입하여 UV detector 254 ㎚에서 검출하였고, 표준용액의 retention time을 비교하여 핵산 성분을 확인하였다. 핵산 성분은 표준검량선을 이용하여 각 시료용액의 peak 면적으로 환산하여 정량하였다. 표준검량선 5는 nucleosides(cytidine, uridine, adenosine, guanosine, inosine) 및 nucleotide-mono(cytidine'-monophosphate; 5'-CMP, uridine 5'-monophosphate; 5'-UMP, inosine 5'-mono phosphate; 5'-IMP) 표준물질을 10, 25, 50, 100 ㎍/㎖ 농도로 조제한 후 위의 조건으로 분석하여 작성하였다. 이는 기존에 적용되고 있던 추출 및 분석 조건에 비하여 분리능이 우수하며, 분석시간이 단축되므로 효과적으로 정성 및 정량 분석을 할 수 있을 것으로 사료된다.

### 2. 표준검량선의 작성

표준물질 8가지(cytidine, 5'-CMP, uridine, adenosine, inosine, guanosine, 5'-UMP, 5'-IMP)의 농도를 10, 25, 50, 100 ppm으로 제조하여 분석하고 표준곡선을 작성하여 버섯에 함유되어 있는 핵산 관련 성분의 정량 분석에 이용하였다(Table 1). 표준물질 농도를 X축, 피크 면적을 Y축으로 하여 검량선을 작성하였으며, 각각의 핵산 관련 성분에 대하여 작성된 검량선 식은 직선을 나타내는 상관계수($R^2$)값이 0.994～1.000로 우수한 직선성을 나타내었다.

### 3. 핵산 성분의 분석 결과

느타리, 양송이, 팽이버섯 열수 추출물의 핵산 관련 성분 분석 결과는 Fig. 3와 Table 2에 나타내었다. Cytidine, guanosine, inosine, uridine, 5'-CMP, 5'-IMP 및 5'-UMP이 3종의 버섯 모두에서 동일하게 함유되어 있는 것으로 확인되었으며, 대체적으로 cytidine, inosine, 5'-CMP 성분의 함량이 높은 것으로 분석되었다. 특히, 주름버섯과(Agaricaceae)에 속하는 양송이버섯은 inosine의 함량이 가장 많은 반면, 송이과(Tricholomataceae)에 속하는 느타리버섯 및 팽이버섯은 cytidine의 함량이 가장 많았다. 이는 같은 과에 속하는 버섯에 따라 주요 성분이 다른 것으로 추정된다. 양송이버섯 추출물의 핵산 함량은 27.75±1.02 ㎎/g으로 가장 높았으며, 느타리버섯이 25.27±1.13 ㎎/g, 팽이버섯이 19.87±1.04 ㎎/g 순으로 함량이 높은 것으로 분석되었다. 버섯류(표고 외 3종) 열수 추출물의 핵산 관련 성분을 분석한 Kim 등(1988)의 연구에 의하면 버섯에 함유된 핵산 관련 성분의 함량은 느타리 1.9%, 양송이 1.9%, 표고 1.1%였으며, 그 함량은 각각 다르게 나타났다고 보고하였다. 본 연구는 느타리 2.6%, 양송이 2.8%, 팽이 1.9%로 Kim 등(1988)의 연구보다 높게 분석되었는데, 이는 핵산 관련 성분의 추출 및

**Table 1. Linearity of standard curves for determining nucleic acids**

| Contents | Retention time | y[1)]=ax[2)] | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| Cytidine | 2.787 | y=17000x | 0.999 |
| CMP | 3.279 | y= 5975x | 0.980 |
| Uridine | 5.735 | y=29834x | 1.000 |
| Adenosine | 8.417 | y=31984x | 0.999 |
| Inosine | 9.209 | y=20820x | 0.994 |
| Guanosine | 10.298 | y=32698x | 1.000 |
| UMP | 11.877 | y=11846x | 0.999 |
| IMP | 13.889 | y= 8851x | 0.999 |

[1)] y=Area of peak(AU), [2)] x=concentration(㎍/㎖).

**Table 2. Level of nucleic acids in extracts from *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes*[1)]**

| Compounds | *Pleurotus ostreatus*(㎎/g) | *Agaricus bisporus*(㎎/g) | *Flammulina velutipes*(㎎/g) |
|---|---|---|---|
| Cytidine | 9.52±0.3[c2)] | 5.67±0.21[a] | 7.66±0.10[b] |
| Uridine | 1.44±0.04[b] | 3.62±0.13[c] | 1.19±0.01[a] |
| Inosine | 3.55±0.11[b] | 5.73±0.18[c] | 2.92±0.48[a] |
| Guanosine | 1.75±0.06[a] | 3.99±0.16[c] | 1.86±0.30[b] |
| CMP | 7.12±0.47[c] | 4.52±0.16[b] | 4.45±0.03[a] |
| UMP | 0.75±0.04[c] | 2.34±0.08[b] | 0.77±0.03[a] |
| IMP | 1.14±0.11[b] | 1.87±0.11[c] | 1.03±0.08[a] |
| Total | 25.27±1.13[b] | 27.75±1.02[c] | 19.87±1.04[a] |

[1)] Values are mean±S.D.(n=3),

[2)] Values with the different superscript within the same row are significantly different at $p<0.05$.

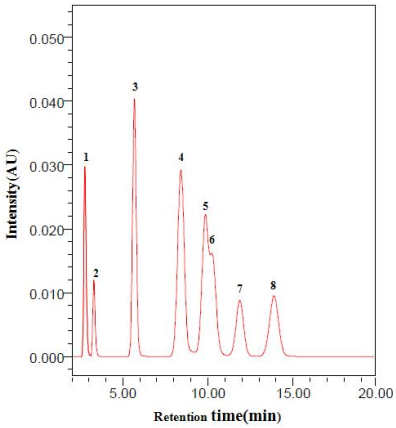


**Fig. 2. HPLC Chromatogram of standard mixture of nucleic acids.** 1; cytidine, 2; 5'-CMP, 3; uridine, 4; adenosine, 5: inosine, 6; guanosine, 7; 5'-UMP, 8; 5'-IMP.

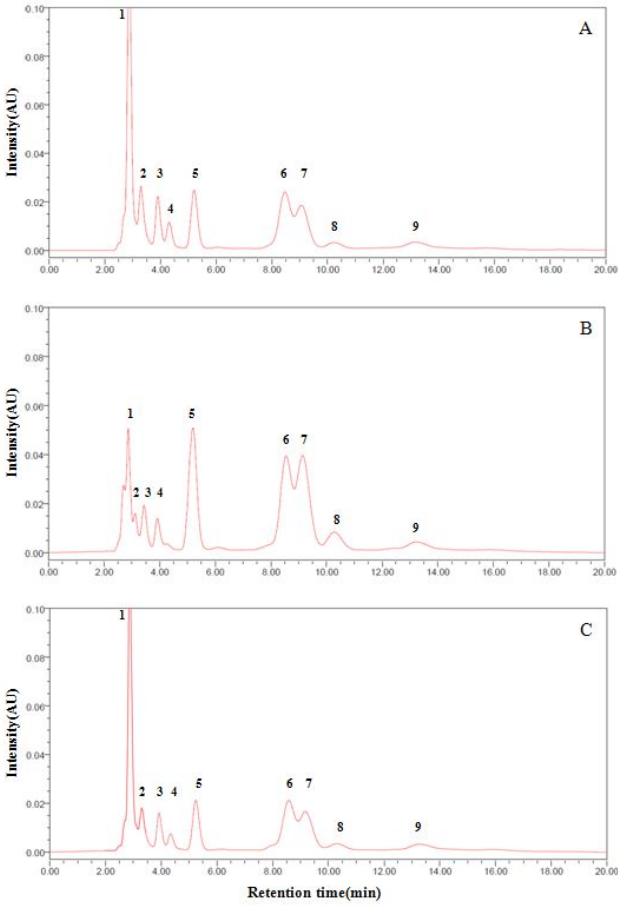


**Fig. 3. HPLC chromatogram of nucleic acids using enzymatic hydrolysis extration.** A; *Pleurotus ostreatus*, B; *Agaricus bisporus*, C; *Flammulina velutipes*, 1; cytidine, 2; 5'-CMP, 3; unknown, 4; unknown, 5; uridine, 6; inosine, 7; guanosine, 8; 5'-UMP, 9; 5'-IMP.

분리 조건의 차이에 따른 성분 검출 효율이 다르기 때문인 것으로 추정된다.

한편, 버섯 3종의 함유된 핵산 관련 성분의 종류는 같았으나, 그 조성은 각각 다르게 나타났다. 느타리버섯 추출물은 핵산 성분이 cytidine, 5'-CMP, inosine, guanosine, uridine, 5'-IMP, 5'-UMP 순으로 조성된 것으로 나타났고, 전체 함량은 25.27 ㎎/g으로, cytidine이 37.7%(9.52±0.3 ㎎/g)로 가장 많이 함유되어 있었다. 5'-CMP는 28.2%(7.12±0.47 ㎎/g), inosine은 14.0%(3.55±0.11 ㎎/g)로 다른 핵산 성분(10% 이하)에 비하여 비교적 높은 함유량을 나타냈다. 반면, 양송이버섯 추출물의 경우에는 inosine, cytidine, 5'-CMP, guanosine, uridine, 5'-UMP, 5'-IMP 순으로 함유되어 있었고, inosine 함량이 20.7%(5.73±0.18 ㎎/g)로 가장 많이 함유되어 있었으며, cytidine은 20.4%(5.67±0.21 ㎎/g)를 나타내어 느타리버섯과는 다른 조성을 나타냈다. 팽이버섯의 경우, 전체 함량은 19.87 ㎎/g으로 느타리버섯보다 21.4% 적은 것으로 나타났으나, cytidine, 5'-CMP, inosine, guanosine, uridine, 5'-IMP, 5'-UMP 순으로 함유된 것으로 나타나, 같은 송이과에 속하는 느타리버섯과 핵산 성분의 조성은 같은 것으로 나타났다.

본 연구는 버섯의 기능성 물질로 추정되는 8종의 핵산 관련 물질에 대한 효과적인 동시 분석 조건을 확립하였으며, 이를 국내에서 많이 이용되고 있는 느타리, 양송이, 팽이버섯에 함유되어 있는 주요 핵산 관련 성분 및 함량 분석 연구에 적용하였다. 그 결과, 각각의 버섯에 2~3%의 핵산 관련 성분을 함유하고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 핵산 관련 성분은 숙주중개성 항종양 고분자에 속하며, 항종양 활성(Hwang & Lee 2005)을 보인다는 연구 결과가 보고되었으며, Tsunoda & Ishida (1970)은 표고버섯의 바이러스 증식 억제 유도물질에 관한 연구에서는 표고버섯 추출물에서 단리된 2개의 RNA의 암 억제 활성에 대한 연구 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 버섯에 함유되어 있는 핵산 성분의 기능성을 확인하는 결과라 할 수 있으나, 이에 대한 정확한 지표성분 분석 및 활성에 대한 연구가 더 진행되어야 하는 측면에서 본 연구 결과는 버섯의 기능성 성분 탐색 연구에 중요한 연구 결과로 활용 될 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 버섯에 정미 성분 및 기능성 성분으로 작용하는 핵산 관련 성분의 분석을 위하여 느타리, 양송이, 팽이버섯을 동결 건조한 뒤 열수 추출 및 효소적 가수분해과정을 거친 뒤 HPLC로 정성 및 정량하였다. 연구 결과, 8종류의 핵산 관련 성분의 정성 및 정량 분석을 위한 효과적인 분석 조건을 확립하였으며, 버섯에 함유되어 있는 핵산 관련 성분은 cytidine, uridine, inosine, guanosine, 5'-UMP, 5'-GMP 및 5'-IMP 7종으로

분석되었다. 각각의 핵산 관련 성분 함량 분석 결과는 양송이(26.06±0.01 ㎎/g)>느타리(24.13±1.01 ㎎/g)>팽이버섯(18.84±0.03 ㎎/g)의 순으로 나타났으며, 그 중 cytidine 및 inosine 성분이 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국책기술개발사업의 연구비 지원(20080401-030-008-001-04-00)과 연구의 일부는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구(2009-0094018)로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

Choi YI, Lee GW, Hyun J, Lee UY, Lee TS. 2008. Immunopotentiating and antitumor effects against mouse Sarcoma 180 by crude polysaccharides extracted from fruiting body of *Tussula rosacea*. *Kor J Mycol* 36:84-92

Hawkes JS, Gibson RA, Roberton D, Makrides M. 2006. Effect of dietary nucleotide supplementation on growth and immune function in term infants: A randomized controlled trial. *Eur J Clin Nutr* 60:254-264

Hayashi T, Furukawa H, Yamaguchi K, Konosu S. 1981. Comparison of taste between natural and synthethic extract of snowcrab meat. *Bull Japan Soc Sci Fish* 47:529-534

Hong CH, Lee JM, Kim KS. 2004. Changes of nucleotides in the raw fishes during the aquarium storage. *Korean J Food Sci Technol* 36:379-384

Hur H. 2008. Analysis of biological activities of medicinal mushrooms. *Kor J Pharmacogn* 39:265-269

Hwang BH, Lee JK. 2005. Antitumor substances from mushrooms. *J Kor For En* 24:1-12

Im BS. 1990. Trend of condiment industry in Korea. *Korean J Dietary Culture* 5:3.

Jane D. 1991. Carver MS. Dietary nucleotide effects upon immune function in infants. *J Pediatr* 88:359-363

Jeong KH, Park WB, Kim HW, Choi EC, Kim BK. 1992. Studies on antitumor components of the cultured mycelia of interspecific protoplast fusant F-2 of *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma applanatum*. *Korean Mycol* 20:324-336

Jung YD, Kim GI, Choi BK, Huh YO, Lan YS, Lee BJ, Jang GH, Ma KD, Lee GW, Kim WY, Kim CH, Park KH. 2001. Fundamentals of Food Stuff. p.369. Jigu Publishing Co.

Kang HI, Kim JY, Moon KD, Seo KI, Cho YS, Lee SD, Yee ST. 2004. Effect of the crude polyasccharide of *Pleurotus eryngii* on the actication of immune cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1092-1097

Kim JY, Kang HI, Park KU, Moon KD, Lee SD, Cho SH, Wee JJ, Kyung JS, Song YB, Seo KI. 2004. Antioxidative and antitumor activities of crude polysaccharide fraction from *Pleurotus erynggi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1589-1593

Kim SS, Oh SL, Lee SH, Han U, Lee HU. 1988. Composition of taste between natural and synthethic extract of snowcrab meat. *Bull Japan Soc Sci Fish* 47:529-534

Kwan SK, Kim CN, Kim CY, Kwan ST, Park KM, Hwangbo S. 2003. Antitumor activities of protein-bound polysaccharide extracted from mycelia of mushroom. *J Korean Soc Food Nutr* 16:15-21

Maldonado J, Navarro J, Narbona E, Gil A. 2001. The influence of dietary nucleotides on humoral and cell immunity in the neonate and lactating infant. *Early Hum Dev* 65:69-74

Mizuno T, Saito H, Nishitoba T, Kawangashi H. 1995. Antitumoractive substances from mushrooms. *Food Rev Int* 11:23-61

Nam SH, Kang MY. 2000. Screening of antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43:141-147

Oh SI, Lee MS. 2010. Functional activities of ethanol extracts from *Flammulina velutipes*. *J Korean Soc Food Nutr* 23:15-22

Shin DH, Kim DH, Choi U, Lim MS, An EY. 1997. Taste component of traditional *Kochujang* prepared with various raw materials. *Korean J Food Sci Techol* 29:913-918

Shin H. 2005. American Diabetes Association. Standards of care for diabetes. *Diabetes Care* 28:S4-36

Matsunaga M. 1999. 核酸の 作用と 食品 としての 利用. *Paper 2, 23nd Ann Meeting Inst of Korean J Food Sci Ani Resor*. Seoul

Tsunoda A, Ishida N. 1970. A mushroom extract as an interferon inducer. *Ann NY Acad Sci* 173:719-726

Yau KIT, Huang CB, Chen W, Chen SJ, Chou YH, Huang FY, Kua KE, Chen N, McCue M, Alarcon PA, Tressler RL, Comer GM, Baggs G, Merritt RJ, Masor ML. 2003. Effect of nucleotides on diarrhea and immune responses in healthy term infants in Taiwan. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 36:37-43

접 수 : 2010년 6월 29일
최종수정 : 2010년 8월 14일
채 택 : 2010년 8월 18일