

누룩사상균으로 제조된 전통누룩의 휘발성 향기성분

김현수 · 유대식*
계명대학교 미생물학과

Volatile Flavor Components of Traditional Korean Nuruk Produced by Nuruk Fungi. Kim, Hyun Soo and Tae Shick Yu*. Department of Microbiology, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea – The characteristics of the volatile flavor components of traditional Korean Nuruk produced by *Aspergillus oryzae* NR 3-6 and *Penicillium expansum* NR 7-7 were investigated. Volatile flavor of Nuruk was identified twenty-one components by gas chromatography-mass spectrometer. Major flavor components were alkanes such as tridecan, tetradecan, pentadecane, hexadecane, heptadecane, octadecane, undecane, and dodecane.

Key words: alkanes, flavors, Nuruk, volatile flavor components

우리 전통주의 품질향상을 위한 노력으로 과학적인 생산을 통한 제품의 균일화가 주류의 개방화시대에 국제경쟁력을 위해 필수적이다. 따라서 최근 정부의 선도기술개발과제로서 “전통누룩과 전통주의 기능성 향상 및 산업화기술연구”가 수행되어 특정 전통주의 품질개선을 위한 연구가 이루어지고 있으며, 새로운 기능을 가진 전통주의 연구 개발이 시작되고 있다. 지금까지 전통누룩은 전통주의 양조에 필수적인 물료이나 누룩에 관한 연구는 단편적이고 기초적 연구에 불과했으며[10,20,21,24], 최근 누룩으로부터 누룩사상균을 분리하여 균학적 특성에 관한 연구[10,24,32,33] 그리고 누룩효모에 관한 연구[11,23,27]가 수행되고 있으나 전통누룩제조시 향기생성에 관여하는 유용미생물에 관한 연구는 전무하여 이에 관한 체계적인 연구가 필요하다고 사료된다. 본인들은 1994년부터 전통 민속주의 양조에 필수적인 누룩에 관한 연구를 수행한 결과, 시판 누룩은 액화력과 당화력이 낮으며, 많은 누룩에서 세균의 오염이 현저하여 위생적인 누룩제조가 요구되며[13], 누룩으로부터 분리된 누룩사상균인 *Aspergillus* sp. 3-6 과 *Penicillium* sp. 7-7 은 액화력과 당화력이 우수할 뿐 아니라 향기성분의 생산 능도 높아 양호한 누룩의 제조가 가능한 균주임을 확인했다[14]. 특히, 위의 두 사상균을 *A. oryzae* NR 3-6 과 *P. expansum* NR 7-7로 동정 되었으며[15], *A. oryzae* NR 3-6 이 생산하는 glucoamylase를 정제하여 효소학적 특성도 규명되었다[34]. 전통주 발효에 대한 미생물학적 연구는 여러 편의 결과가 발표되었으나, 향기성분에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 전통 양조주를 대표할수 있는 탁주술덧의 향기성분은 알코올과 ester 등 모두 55종이 검출된바 있

으며[22], 다른 연구자에 의하면 72종의 휘발성 향기성분이 검출되기도 했다[4]. 또한 민속 증류주의 향기성분으로 55종이 검출되기도 했다[7].

일본 청주의 경우, koji로부터 향기성분을 포집, 추출하여 분석한 결과, 중성향기성분으로 41종을 보고한 결과[30]와 청주의 향기성분에는 효모의 향기생성에 쌀 koji의 향기성분의 역할이 크다는 보고도 되어있다[29].

위와 같이 양조주의 향기성분과 민속증류주의 향기성분이 분석, 동정 되었으나, 이들 주류의 양조에 사용된 누룩의 향기성분에 관한 연구는 전무한 상태이다. 특히, 누룩으로부터 17종의 아미노산과 종류를 확인할수 없는 2종의 아미노산이 검출되어 최소한 19종 이상의 아미노산을 검출했으며[5], 누룩의 개량화의 시도[2]와 누들형(noodles) 누룩을 제조하여 효소학적 활성을 증가시킨 개량누룩이 개발되기도 했다[16].

위와 같은 연구결과는 누룩의 미생물상(microflora)과 효소학적 특성에 관한 연구에 한정되어 있어서 다양한 연구가 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 누룩의 원료 및 누룩미생물이 생산하는 향기성분과 전통주의 향기생성에 관한 연구의 일환으로 headspace solid phase microextraction 방법으로 전통누룩으로부터 분리한 누룩사상균인 *A. oryzae* NR 3-6 과 *P. expansum* NR 7-7로 제조한 누룩의 휘발성 향기성분을 동정한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험균주 및 포지티브액 조제

본 실험에 사용한 사상균은 시판누룩으로부터 분리된 균주로서, 생밀기울 고체배지에서 액화력, 당화력 및 산생성 능이 우수할 뿐 아니라 악취를 생성하지 않으며, 후각적으

*Corresponding author
Tel. 82-53-580-5252, Fax. 82-53-580-5164
E-mail: tsyu@kmucc.keimyung.ac.kr

로 향기성분을 생성하는 *A. oryzae* NR 3-6 과 *P. expansum* NR 7-7이다(15). 이들 균주의 보존배지는 Czapek solution agar 배지(1)를 사용했으며, 효소활성을 유지시키기 위하여 4°C에 보존하면서 30일마다 계대배양했다.

포자현탁액은 실험균주를 Czapek solution agar배지로 시험관에 사면배양하여 포자를 충분히 형성시켜, 살균한 0.1% Tween 80용액을 3-5 ml 넣어 백금으로 포자를 서서히 교반시켜 유리시킨다. 같은 방법으로 2회 포자를 유리시킨 후, 약간의 균사가 함유된 포자현탁액을 격렬하게 진탕하여 균사와 포자를 완전히 유리시켜 살균된 탈지면으로 여과하여 균사를 제거한다. 포자현탁액을 10,000 × g에서 10-15분간 원심분리하여 포자를 침전시켜, 침전된 포자를 멸균수로 씻은 다음, 20% glycerol용액으로 포자수가 약 1.0×10^9 spores/ml되게 포자현탁액을 제조하였다.

누룩의 제조 및 향기성분의 포집

실험균주의 배양은 ethylene oxide gas로 멸균한 조분쇄 밀 100g을 1L의 삼각flask에 넣고 멸균수 37 ml를 첨가하여 교반시켜 각 균주의 포자현탁액(1.0×10^9 spores/ml) 3 ml를 접종하여 28°C에서 7일간 배양하여 분쇄누룩으로 사용하였다. 또한 대조구로서 조분쇄밀 자체에서 생성되는 향기성분의 검출을 위해 실험균주를 접종하지 않고 동일한 방법으로 분쇄누룩을 제조하였다.

각 조제누룩의 향기성분의 흡착 및 분리는 배양체(누룩)가 담긴 2개의 flask를 일렬로 나열하여 silicon마개에 각각 2개의 유리관을 꽂아 그 중 하나씩을 silicon tube로 서로 연결하였다.

각각의 flask에 꽂은 다른 유리관은 추출용매(ether:pentane, 2:1)로 세척하여 건조시킨 입자상활성탄(Merk Co.)으로 채운 column의 아랫부분과 하나를 연결하고, 다른 하나는 N₂ gas통과 연결하여 N₂ gas를 약하게 이동시켜서 배양체로부터 발생하는 휘발성 향기성분이 활성탄 column에 흡착되도록 하였다. Column과 연결시킨 배양체의 흡착장치는 실온에서 48시간 향기성분을 흡착시킨후, 활성탄 column만을 분리하여 ether-pentane(2:1) 용매로 충분히 용출시켜 용출액을 rotary vacuum evaporator와 N₂ gas를 사용하여 1 ml로 농축하고, 그 농축액에 함유된 향기성분을 GC/Mass로 분석하였다.

향기성분의 분석

전통누룩으로부터 포집한 시료를 GC/MS로 분석하였다. GC는 Hewlett Packard 5890A 이며 GC/MS는 Hewlett Packard 5971를 사용하였으며, 사용된 column은 HP FFAP(polar, 50 m × 0.2 mm) 및 Hp-1(non-polar, 30 m × 0.25 mm)을 사용했다. 시료주입온도는 230°C 이며 detector 온도는 250°C였으며, 오븐온도는 45°C에서 2분간 유지한 후, 15°C/min 의 속도로 220°C까지 상승시켰으며, 220°C

에서 12분간 유지했다. Ionization voltage는 70 eV였으며, carrier는 helium gas로서 분당 5 ml로 흘러 보냈으며 split ratio는 30:1 이었다.

향기성분의 동정

각 시료의 극성 및 비극성 휘발성 향기성분의 peak에 해당하는 정확한 retention time을 얻기 위하여 GC/MS에 시료를 주입하여 C5-C15 의 표준 retention time을 구했다. 시료의 GC/MS profile 상에 나타난 각 향기성분의 retention time과 표준 hydrocarbon의 retention time을 비교하여 향기성분의 retention time (RT)를 구했다. 전통누룩으로부터 분리된 향기성분의 동정은 GC/MS의 분석 결과를 computer library search와 Kovat's retention index[8,25]에 의하여 표준물질의 Mass data와 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

생소맥분의 휘발성 성분

조분쇄한 밀로부터 조제한 누룩의 휘발성 향기성분은 활성탄 column을 이용하여 실온에서 48시간 흡착시켜 GC/MS를 이용하여 각 peak의 mass spectrum을 얻고 이를 computer library search의 표준 mass spectra와 Kovat's retention index(Ik value)에 의하여 동정하였다.

우리나라의 전통적 누룩제조에 가장 많이 사용되는 원료인 소맥분의 향기 성분은 Table 1에 나타내었다. 소맥분에서 동정된 향기성분은 극성 화합물이 3종이었으며, 비극성 화합물은 11종으로서 총 14종의 향기성분이 동정되었다. 극성화합물 중 diethyl phthalate와 2,6-bis(t-butyl)-4-(dimethyl benzyl)phenol이 주성분이었으며, 주된 비극성 화합물은 2,4-bis(dimethyl benzyl)phenol, 2,4-diphenyl-4-methyl-2(E)-pentene 과 2,3-dihydro-1,1,3-trimethyl-3-phenyl-1H-indene이었다. 소맥분의 향기 성분중 docosane은 멧살떡주의 향기성분이며, hexanedioic acid, dioctyl ester는 보리쌀 떡주의 향기성분 [22]으로 알려져 있는 향기성분이다.

전통누룩의 휘발성 성분

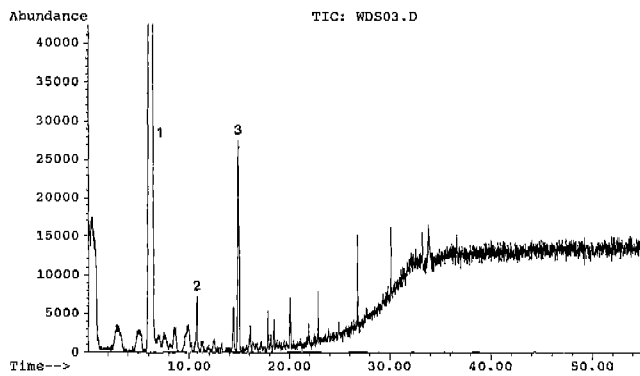
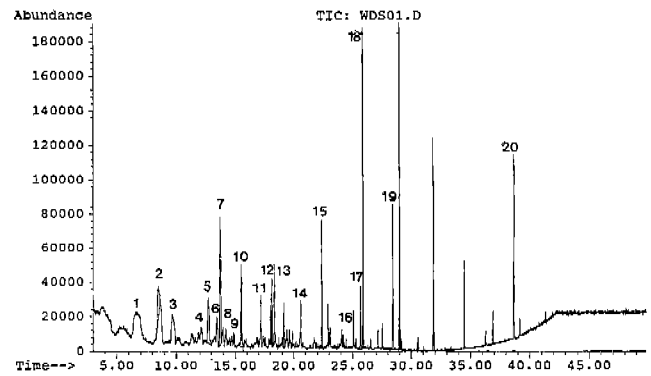
조분쇄한 소맥분에 전통누룩으로부터 분리 동정된 *A. oryzae* NR 3-6 과 *P. expansum* NR 7-7을 접종하여 자 연상태에서 7일간 상온에서 제조된 누룩으로부터 활성탄에 흡착시켜 추출한 전통누룩의 극성 및 비극성 휘발성향기성분의 GC분석은 Fig. 1(극성) 및 Fig. 2(비극성)와 같으며, 이들 성분의 MS분석 결과를 Table 2에 나타내었다.

전통누룩의 향기성분으로 극성 휘발성 향기성분은 3-methyl-1-butanol과 dodecamethyl-cyclohexasiloxane의 2종이 동정되었으며, 가장 많이 검출된 3-methyl-1-butanol은 누룩 사상균에 의하여 새로이 생성된 휘발성 성분이었다. 3-Methyl-1-butanol(isoamyl alcohol)은 된장의 향기성분[9],

Table 1. Volatile flavor components in the uncooked wheat bran

Peak No.	RT	Name
Polar compound		
1	50.66	Diethyl phalate
2	52.06	2,4-Diphenyl-4-methyl-2(E)-pentene
3	55.57	2,6-Bis(t-butyl)-4-(dimethyl benzyl) phenol
Nonpolar compound		
1	22.39	1-Decanol, 2-ethyl-
2	22.66	1H-Indene, 2,3-dihydro-1,1,3-trimethyl-3-phenyl-
3	24.18	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-
4	24.59	Octadecane
5	25.20	2,4-Diphenyl-4-methyl-2(E)-pentene
6	29.36	Benzene, 1-(1,1-dimethylethyl)-2-methoxy-4-methyl-3-
7	30.17	2,6-Bis(t-butyl)-4-(dimethylbenzyl)phenol
8	34.13	Docosane
9	35.88	Hexanedioic acid, dioctyl ester
10	37.50	2,4-Bis(dimethyl benzyl) phenol
11	37.84	2,4-Bis(dimethylbenzyl)-6-t-butylphenol

RT; retention time (minutes)

**Fig. 1. GC chromatogram of the volatile compounds by polar column.****Fig. 2. GC chromatogram of the volatile compounds by non-polar column.**

seibel 포도즙의 향기성분[17]과 민속주의 향기성분[7]으로도 검출되는 향기성분이다. 특히 이 성분은 fusel oil성분으로 감미가 있는 바나나 향기성분으로 누룩제조과정중 leucine으로부터 자연접종에 의한 효모의 탈아미노화와 탈탄산반응에 의하여 생성되기도 하며[6,7], 누룩사상균에 의하여 생성된 대표적인 고급 알코올이다[19].

전통누룩의 비극성 향기성분은 20종이 동정되었으며, octadecane, 2,5-cyclohexadiene-1,4-dione, 1,2-benzendicarboxylic acid, butyl 2-methyl propyl ester, hexadecane, tridecane, tetradecane, pentadecane과 heptadecane이 주된 향기성분이었다. Dodecamethyl-cyclohexasiloxane은 전통누룩의 극성과 비극성 분획에서 모두 검출되었으며, octadecane은 생소맥분에서도 검출되어 생소맥분에서 유래된 전통누룩의 휘발성 향기성분으로 추정되었다.

Undecane[12], dodecane[12], 2, 5-cyclohexadiene-1,4-

dione, 2, 6-bis (1,1- dimethylethyl)-[26]은 간장과 된장의 향기성분으로 알려져 있을 뿐아니라, dodecane[22]은 탁주의 향기성분, tridecane은 katuobushi[31]의 향기성분, 홍차의 향기성분[3]과 민속주의 향기성분의 대표적인 휘발성 물질이며[7], tridecane과 hexadecane은 홍차의 유류성 향기성분으로 잘 알려진 물질이다[3]. 전통누룩의 휘발성 향기성분중 tridecane, pentadecane, heptadecane, 3,8-dimethy-undecane은 katuobushi 의 주된 향기 성분으로 확인되었다[31].

전통누룩의 휘발성 향기성분의 특징은 tridecane, tetradecane, pentadecane, hexadecane, heptadecane, octadecane, undecane, dodecane 등의 alkanes 화합물이 주성분으로 구성되어 있다는 것이라 할 수 있다. 그리고 alkanes 화합물은 20종의 전통누룩의 향기성분중 12종으로서 검출된 휘발성 물질의 약 60%를 차지하여 높은 빈도수를 나타내었다. 이들 결과로부터 생소맥에서 검출된 향기성분의 종류와 제조누룩의

Table 2. Volatile flavor components in the traditional Korean Nuruk produced by *A. oryzae* NR 3-6 and *P. expansum* NR 7-7

Peak No.	RT	Name
Polar compound		
1	6.21	1-Butanol, 3-methyl-
2	10.77	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
3	14.80	unknown
Nonpolar compound		
1	6.68	Undecane
2	8.50	Cyclopentasiloxane, decamethyl-
3	9.67	Dodecane
4	11.86	Dodecane, 2,6,11-trimethyl-
5	12.73	Tridecane
6	13.44	Undecane, 4,7-dimethyl-
7	13.76	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
8	13.95	Undecane, 3,8-dimethyl-
9	14.51	1-Heptadecanamine
10	15.51	Tetradecane
11	17.19	2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-
12	18.14	Pentadecane
13	18.34	Tetrasiloxane, 3,5-diethoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5-bis(trimethylsiloxy)-
14	20.57	Hexadecane
15	22.87	Heptadecane
16	25.07	Octadecane
17	25.65	Isopropyl myristate
18	25.89	1,1,1,5,7,7,7-Heptamethyl-3,3-bis(trimethylsiloxy) tetrasiloxane
19	28.40	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-methylpropyl ester
20	38.65	Bis(2-ethylhexyl) phthalate

RT; retention time (minutes)

향기성분과 차이를 보이는 점은 사용균주에 의해 생소맥유래의 향기 및 구성성분으로부터 새로운 향기성분이 생성되었다고 추정되었다.

일본 청주의 경우 koji로부터 알코올 9종, ester 23종, carbonyl화합물 9종을 포함한 41종의 중성 향기성분[30]과 휘발성 유기산류 7종, 휘발성 amine 7종, 휘발성 phenol 12종[18] 등 67종을 동정하였다. 또한 이들 향기성분이 청주향기의 발생에 미치는 영향을 분석하기 위해 麹菌에 의해 생성된 米麴의 성분을 추출하여 청주효모로 발효시켜 청주향기생성을 검토한 결과[28,29], 향기생성에 관여하는 성분으로 米麴의 불휘발성성분중 chloroform가용성 산성성분과 chloroform불용성 중성성분이며 GC분석에 의해 특이적으로 ethyl acetate, isobutyl acetate, isoamyl acetate, ethyl n-valerate, ethyl caproate, ethyl caprylate와 ethyl leucinate 등이 확인되었다. 이들 결과에서 청주의 향기성분은 麹菌이 일부의 쌀성분에 작용하여 향기생성의 전구체가 형성되고 효모의 발효에 의해 이들 화합물이 향기성분의 일부로 변환한다고 보고하였다. 본 연구의 경우 누룩으로부터는 21종의 향기성분이 동정되어 시료의 원료와 사용균주의 차이에 의하여 다른 결과로 나타난 것으로 사료된다. 특히, 전통누룩의 향기성분은 시료의 종류, 추출용매, 증류방법 등에 기

인하여 다른 결과가 나타날 수 있으며, 추출방법과 추출조건에 따른 실험균주에 의한 향기성분의 생성에 관여하는 효소의 활성에 따라 최종적으로 추출되는 향기성분의 함량이 달라 질 수 있다.

본 실험에서는 극성과 비극성 column을 이용하여 생소맥분과 *A. oryzae* NR 3-6과 *P. expansum* NR 7-7로 제조한 전통누룩의 향기성분을 조사하였으며, 다른 연구자의 연구 결과보다 향기 성분의 수와 양이 비교적 적게 나타난 것은 유기용매 등으로 인위적으로 추출하는 방법을 택하지 않고 28°C에서 24시간 자연적으로 발생하는 휘발성 향기성분을 포집하여 검출하였으므로 적은 수와 양이 나타났을 것이라 사료된다. 휘발성 향기성분만을 검출하고자 위의 방법을 사용하였기에 자연 상태에서의 휘발성 향기 성분이라 할 수 있으며 휘발성 향미성분은 아니라고 생각된다.

앞으로 제조한 전통누룩으로부터 다수의 미확인된 성분의 동정과 양조한 민속주에서의 휘발성 향기성분과 향미성분 등에 관한 연구를 계속 할 계획이다.

요 약

누룩 사상균인 *Aspergillus oryzae* NR 3-6과 *Penicillium*

expansum NR 7-7로 제조된 전통누룩의 휘발성 향기성분의 특성을 규명하였다.

누룩의 향기성분은 headspace solid phase microextraction 법을 이용하여 GC/MS로 21종을 동정했다. 누룩의 주된 향기성분은 tridecane, tetradecane, pentadecane, hexadecane, heptadecane, octadecane, undecane, dodecane 등의 alkane류였다.

REFERENCES

1. Atlas, R. M. 1993. p.280. In L. C. Parks(ed), *Handbook of Microbiological Media*, CRC Press, Boca Raton.
2. Chang, H. K. 1970. Studies on Kokja of high quality(1), Preparation of new type Kokja and its activity. *J. Korea Soc. Food Sci.* 2: 88-92.
3. Choi, K. H., M. A. Choi., and J. C. Kim. 1997. Flavor of fermented black tea with fungus. *Korean J. Life Science.* 7: 309-315.
4. Han, E. H., T. S. Lec, B.. S. Noh, and D. S. Lee. 1997. Volatile flavor components in mash of Takju prepared by using Nuruks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 563-570.
5. Han, Y. S. and K. J. Lee. 1960. Studies on the amino acids of Korean superior Kokja and yeast (1). *The Reports of National Industrial Institution*, 10: 119-122.
6. Hara, S. 1967. A view of Sake component ; Alcohols. *J. Soc. Brew. Japan.* 62: 1196-1205.
7. Hong, Y., S. K. Park, and E. H. Choi. 1999. Flavor characteristics of Korean traditional distilled liquors produced by the coculture of *Saccharomyces* and *Hansenula*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 27: 236-245.
8. Jennings, W. and T. Shibamoto. 1980. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatile by glass capillary gas chromatography. Academic press Inc. London.
9. Ji, W. D., S. H. Yang, M. R. Choi, and J. K. Kim. 1995. Volatile component of Korean soybean paste produced by *Bacillus subtilis* PM3. *J. Microbiol. Biotechnol.* 5: 143-148.
10. Jo, G. Y. and C. W. Lee. 1997. Isolation and identification of the fungi from Nuruk. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 759-766.
11. Kim, C. J. 1969. Microbiological and enzymological studies on Takju brewing. *J. Korean. Agri. Chem. Soc.* 10: 69-100.
12. Kim, G. E., M. H. Kim, B. D. Choi, T. S. Kim, and J. H. Lee. 1992. Flavor compounds of domestic Meju and Doenjang. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 557-565.
13. Kim, H. S., J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, and T. S. Yu. 1996. General characterization of traditional Korean Nuruk. *J. Inst. Nat. Sci. Keimyung University.* 15: 235-242.
14. Kim, H. S., J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, and T. S. Yu. 1997. Characteristics of useful fungi isolated from traditional Korean Nuruk. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 767-774.
15. Kim, H. S., J. S. Hyun, J. Kim, H. P. Ha, and T. S. Yu. 1998. Enzymological characteristics and identification of useful fungi isolated from traditional Korean Nuruk. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 26: 456-464.
16. Kim, T. Y. and I. W. Yoon. 1997. Fermentation and characteristics of traditional alcoholic beverage brewed with improved Nuruk. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 7: 399-404.
17. Koh, K. H. and W. Y. Chang. 1999. Changes of volatile flavor compounds of seibel grape must during alcohol fermentation and aging. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 27: 491-499.
18. Koizumi, T., K. Kakuta, T. Hara, and M. Suzuki. 1978. Volatile organic acid and volatile amines of rice-koji. *Hakkokogaku Kaishi.* 55: 167-174.
19. Koizumi, T. and M. Suzuki. 1998. Alcohol formation by *Aspergillus oryzae*. *J. Ferment. Technol.* 56: 222-226.
20. Lee, D. Y. 1967. Studies on the industrialization of the Korean Kockja(I), It's isolation and physiological characteristics of mold from Kockja. *Kor. Jour. Microbiol.* 5: 51-54.
21. Lee, D. Y. 1969. Studies on the industrialization of the Korean Kockja(II), Manufacture of Korean Kockja from boiled wheat. *Kor. Jour. Microbiol.* 7: 41-44.
22. Lee, J. S., T. S. Lee, S. O. Park, and B. S. Noh. 1996. Flavor components in mash of Takju prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 316-323.
23. Lee, Z. S. and T. W. Rhee. 1970. Studies on the microflora of Takju brewing. *Kor. J. Micorbiol.* 8: 116-133.
24. Park, J. W. , K. H. Lee, and C. Y. Lee. 1995. Identification of filamentous molds isolated from Korean traditional Nuruk and their amylyolytic activities. *Kor. J. App. Microbiol. Biotechnol.* 23: 737-746.
25. Sadtler. 1986. The Sadtler standard gas chromatography retention index library, Sadtler Research Laboratories, Division of Biorad Laboratories Inc. USA.
26. Shin, M. R. and K. J. Joo. 1999. Fractionated volatile flavor components of soybean plaste by dynamic headspace method. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 305-311.
27. Shin, Y. D. and D. H. Cho. 1970. A study on the microflora changes during Takju brewing. *Korean J. Microbiol.* 8: 53-64.
28. Suzuki, M, H. Yoneyama, and T. Koizumi. 1980. Effect of rice-koji on strength of aroma in sake. *Hakkokogaku Kaishi.* 58: 171-177.
29. Suzuki, M, H. Yoneyama, and T. Koizumi. 1980. The fraction of some precursors of sake-aroma substance from rice-koji. *Hakkokogaku Kaishi.* 58: 377-383.
30. Suzuki, M, H. Yoneyama, T. Koizumi, and M. Suzuki. 1977. A collection apparatus for Koji-aroma and detection of the neural aroma components in rice-koji. *Hakkokogaku Kaishi.* 55: 167-174.
31. Suzuki, T. and M. Motosugi. 1996. Changes in volatile flavor compounds and antioxidant activity of absorbed phenolic compounds of dried bonito stick (katuobushi) during smooking process. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi,* 43: 29-35.
32. Uchimura, T., S. Takai, K. Watanabe, and M. Kozaki. 1990. *Absidia* sp. in the Chinese starter(Nuruk) in Korea, microorganisms in Chinese starter from Asia(part 3). *J. Brew. Soc.*

- Japan.* **85**: 888–894.
33. Yu, K. W., C. K. Seoung, S. S. Lee, and J. Y. Yoo. 1996. Studies on the fungal isolates Mucorales collected from Korean home made Mejus and Nuruks. *Kor. J. Mycology.* **24**: 280–292.
34. Yu, T. S., T. H. Kim, and C. H. Joo. 1999. Purification and characteristics of glucoamylase in *Aspergillus oryzae* NR 3-6 isolated from traditional Korean Nuruk. *J. Microbiol.* **37**: 80–85.

(Received June 15, 2000)