

고추장 향미생산 우수 균주 선발 및 동정

구민선* · 김영수 · 오훈일¹ · 김종규²

한국식품개발연구원, ¹세종대학교 식품공학과, ²영남대학교 응용미생물학과

Isolation and Identification of Flavor-Producing Microorganisms from Traditional Kochujang. Min-Seon Koo*, Young-Soo Kim, Hoon-II Oh¹ and Jong-Kyu Kim². Korea Food Research Institute, Songnam 462-420, Korea, ¹Department of Food Science and Technology, King Sejong University, Seoul 133-747, Korea, ²Department of Applied Microbiology, Yeungnam University, Kongsan 712-749, Korea — Microorganisms were collected to isolate the microbes producing Kochujang flavor from 3 kinds of traditional Kochujang. The strain B7 and Y20 which scored the highest sensory evaluation value among 400 microorganisms were finally selected. Also, they showed the most similar flavor pattern to the traditional Kochujang's by comparison of GC chromatogram after sniffing test. As the result of the result of the morphological and physiological experiments, the bacterial strain B7 could be identified *Bacillus licheniformis* and the yeast strain Y20 *Saccaromyces dairensis*. Especially, the bacterial strain B7 could grow in anaerobic condition and was able to hydrolysis the starch that was the major component in Kochujang.

간장, 된장, 고추장 등 장류 식품은 우리의 식생활에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 전통적인 조미 식품으로 점차 산업화, 대량화되어 가는 추세이다. 그러나 현재 시판되는 장류 제품이 전통 식품 고유의 맛과 향에서 많은 차이를 보이고 있다. 그 이유는 원료, 제조 방법 등 여러 가지 측면에서 찾아볼 수 있으나 가장 중요한 원인 중의 한가지는 발효 미생물의 차이로 추정된다. 김 등(1)의 보고에 의하면 현재 시판되는 고추장의 80%가 거의 동일한 향기 구조를 가진다고 보고하였는데 이는 장류 제조에 사용하는 종국이 유사하기 때문일 것으로 추론되어 이를 반증하고 있다. 현재 장류업체에서 사용하는 종국은 원료 등에서 일부 변형은 되었으나, 대부분이 일본의 국균을 이용하여 제조한 것으로 많은 수의 업체들이 이 종국을 사용하고 있다.

그래도 간장, 된장은 우리 나라의 맛과 향을 내는 미생물의 분리, 동정 및 특성화에 대한 연구가 점차 이루어지고 있으나(2-5), 고추장의 경우는 아직 연구가 거의 되지 않고 있다. 또한 균주 선발 방식도 대부분이 효소분해능을 위주로 하여 이루어지기 때문에 전통 장류의 복합적인 맛을 내는 균주를 선발하는데 충분한 역할을 하지 못하고 있다.

따라서 본 실험에서는 전통 고추장에서의 주발효균을 분리 동정하기 위해, 찹쌀고추장으로 유명한 순창 지역과 보리 및 밀 고추장으로 유명한 보은, 사천 지역에서 전래의 방법으로 고추장을 제조하고 숙성 기간별로 균을 수집하여 관능 검사와 향기 성분 분석을 통해 전통 고추장과 가장 유사한 맛과 향을 내는 균주를 선발, 동정하였다.

재료 및 방법

고추장 제조

재래식 고추장은 김 등(6)과 동일한 방법으로 제조하였다. 전북 순창, 경남 사천, 충북 보은 지역에서 농협도지회를 통해 우리 나라 전통의 방법으로 고추장을 제조하는 가옥을 추천 받아 고추장을 제조하여 현지에서 6개월간 숙성시키면서 일정 기간별로 고추장을 수거하였다.

균의 선발

각 지역에서 시기별로 수거된 시료에서 세균과 곰팡이를 각각 분리하여 고추장 발효용 배지에 접종, 37°C에서 75일간 배양시킨 후 혼련된 관능 요원들이 맛과 향에 대해 기호도 검사를 실시하여 균주를 선발하였다.

세균과 곰팡이의 분리를 위해서는 각각 nutrient agar (NA, Difco)와 세균의 번식을 막기 위해 주석산으로 pH 3.5로 조정된 potatos dextrose agar(PDA, Difco)를 사용하였다. 또한 전통 고추장과 유사한 조건을 만들어 주기 위해 10%의 소금을 분리 배지에 첨가하였으며, 균의 선발은 플레이트당 25개 내외의 콜로니가 되도록 희석하여 성장한 모든 콜로니를 선택하여 -71°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 고추장 발효용 배지는 기호도 검사에서 가장 높은 점수를 얻은 순창 고추장의 배합비(찹쌀 26.78 g, 멥쌀 4.65 g, 대두 4.65 g, 고춧가루 20.75 g, 소금 10.88 g, 엿기름 1.98 g, 물 80.34 g)로 조제하여 각 원료를 혼합하여 멸균한 다음 starter를 접종하고 배양하였다. Starter는 고추장 발효용 배지를 10배 희석하여 멸균한 후 균주를 접종하고, 37°C에서 7일간 shaking incubation 하여 activation 시킨 후 사용하였다.

*Corresponding author.

Key words: Kochujang, *Bacillus licheniformis*, *Saccaromyces dairensis*, flavor

2차 선별은 1차에서 선별된 20종의 균주를 다시 1차와 동일한 방법으로 고추장 배지에서 단독 배양 후 맛과 향에 대해 관능 검사를 실시하였으며, 또한 배양물의 향기 성분을 추출하여 preparative gas chromatography로 분석하여 gas chromatogram을 얻고 동시에 각 peak의 방향성에 대해 sniffing test를 실시하여 균을 선별하였다.

마지막으로 2차 선별에서 선별된 5종의 균주를 단독 또는 혼합하여 고추장 배지에서 배양 후 2차 선별 때와 동일한 방법으로 분석하고 각 peak를 전통 고추장의 chromatogram과 비교하여 가장 유사한 패턴을 가지는 균주를 최종 선별하였다.

향기 성분의 추출

향기 성분의 추출에는 Likens-Nickerson 장치의 개량형인 연속 증류 추출(simultaneous steam distillation-extraction)장치를 사용하였다(7). 시료 bottle에는 고추장 300 g에 증류수 600 ml를 가하고, 용매 bottle에는 diethyl ether 150 ml를 넣은 후 40°C를 유지시켜 용매를 먼저 순환시킨 후, 시료 bottle의 온도를 올려 끓도록 한 후 2시간 동안 향기 성분을 추출하였다.

휘발 성분의 gas chromatogram과 관능 검사

추출된 고추장 향기 성분에 질소 가스를 통과시키면서 약 50 μ 까지 농축하여 preparative gas chromatography에 주입하였다. Gas chromatogram 각 peak에 대해 sniffing test를 하여 각 peak의 방향성을 검사하였다. 이때 사용한 GC의 조건은 Table 1과 같다. 각 peak의 방향성을 설명하기 위해 미리 실험을 통하여 얻은 결과를 바탕으로 고추장의 향을 25개 항목으로 나누어 각기 고유 번호를 부착한 description sheet를 설정하고 관능검사시 훈련된 관능 요원으로 하여금 각 peak의 설명에 적합한 번호를 선택하게 하였다.

선별된 미생물의 동정

세균의 동정은 Cappuccino 등(8), Harrign 등(9), Sneath 등(10)에 의거 시험하여 Bergey's Manual(10)에 따라 동정하였으며, 효모의 동정을 위한 형태적, 생리

학적 실험은 Kreger-van Rij(11), 飯塚 廣의 방법(12)과 Biolog system, VITEK system, API kit 등을 이용하였으며, quinone의 분석은 Yamada 등(13)의 방법을 따라 분석하였고, G+C 함량은 Tamaoka 등(14)의 방법에 따라 HPLC를 이용 측정하였다.

결과 및 고찰

고추장에서 맛과 향이 우수한 균의 분리

고추장 숙성중 초기, 중기, 말기에 걸쳐 선택된 400여 균주를 무균적으로 제조된 고추장 배지에 접종하여 30°C에서 75일간 배양 후 선별된 관능 요원으로 하여금 1차적으로 맛과 향에 대해 기호도 검사를 하여 세균 14종과 효모 6종을 선별하였다. 본 실험에서 제조한 고추장은 실험에 들어가기 전 모든 원료를 혼합 후 121°C에서 15분간 멸균하였기 때문에 무점종구는 전혀 발효가 일어나지 않아 원료 취가 강하였고, 고추장의 색이 고춧가루를 멸균함에 따라 선명한 붉은 색을 가지지 못하였다. 그러나 엿기름은 전통 고추장 제조 시에도 엿기름을 넣어 끓는 물에 찹쌀 반죽을 넣어 익히기 때문에 엿기름이 고추장에 미치는 영향은 극히 작을 것으로 사료된다. 배양이 끝난 고추장에 대해 기호도 검사를 해 본 결과 세균만으로 제조된 고추장은 향에서보다는 맛에서 우세함을 보였고, 효모만을 접종한 고추장에서는 향이 우수하여 선별되었다. 그러나 전통 고추장에서 맛볼 수 있는 매콤한 향은 많이 감소되었는데 이는 고춧가루를 열처리함에 따른 영향으로 사료되며, Fig. 1, 2, 3에서 보는 바와 같이 sniffing test 결과에서도 알 수 있었다. Mold는 고추장 배지의 물성에 큰 역할을 하여 조직의 점도를 증가시키는 것이 관찰되었지만 맛과 향에서는 좋은 결과를 보이지 않아 선별되지 않았다. 선별된 균주는 대부분이 순창 고추장에서 분리한 균주였으며, 일부만이 사천의 밀고추장에서 분리되었다. 순창 고추장의 균주가 주로 선별된 이유는 순창 고추장의 맛과 향이 뛰어나기 때문이기도 하지만 균주 분리용 배지로 순창 고추장의 배합비를 선정했기 때문으로 생각된다.

일차 선별된 균주로 다시 고추장을 제조하여 배양물의 휘발성 향기 성분 등을 추출하여 preparative GC로 gas chromatogram을 얻고 각 peak 성분 등의 관능 검사 요원으로 하여금 방향성을 sniffing test하고, 맛을 보게 하여 향과 맛이 우수한 균주를 선별한 결과 세균 3종과 효모 2종이 선택되었다. 1차 선별될 때와 같이 세균은 향에서보다는 맛에서 전통 고추장에 더 유사하였기 때문에 선별되었고, 효모는 향에서 좋은 점수를 얻었기 때문에 선별되었다. 또한 sniffing test를 하여 각 peak의 향을 비교한 결과 선정된 균들은 비교적 고추장 향에 유사한 향을 가지고 있었다.

김 등(6)은 전통 고추장 숙성시 세균은 전 숙성 기간

Table 1. Instrument and working condition for rapid gas chromatography

Instrument	Shimadzu GC 8A
Column	Chemically bonded fused silica capillary column (CBP20-W12-100)
Injector Temp.	240°C
Detector Temp.	240°C
Oven Temp.	60°C ~ 10°C/min ~ 200°C
Carrier gas	N ₂ (8 ml/min)
Detector	FID

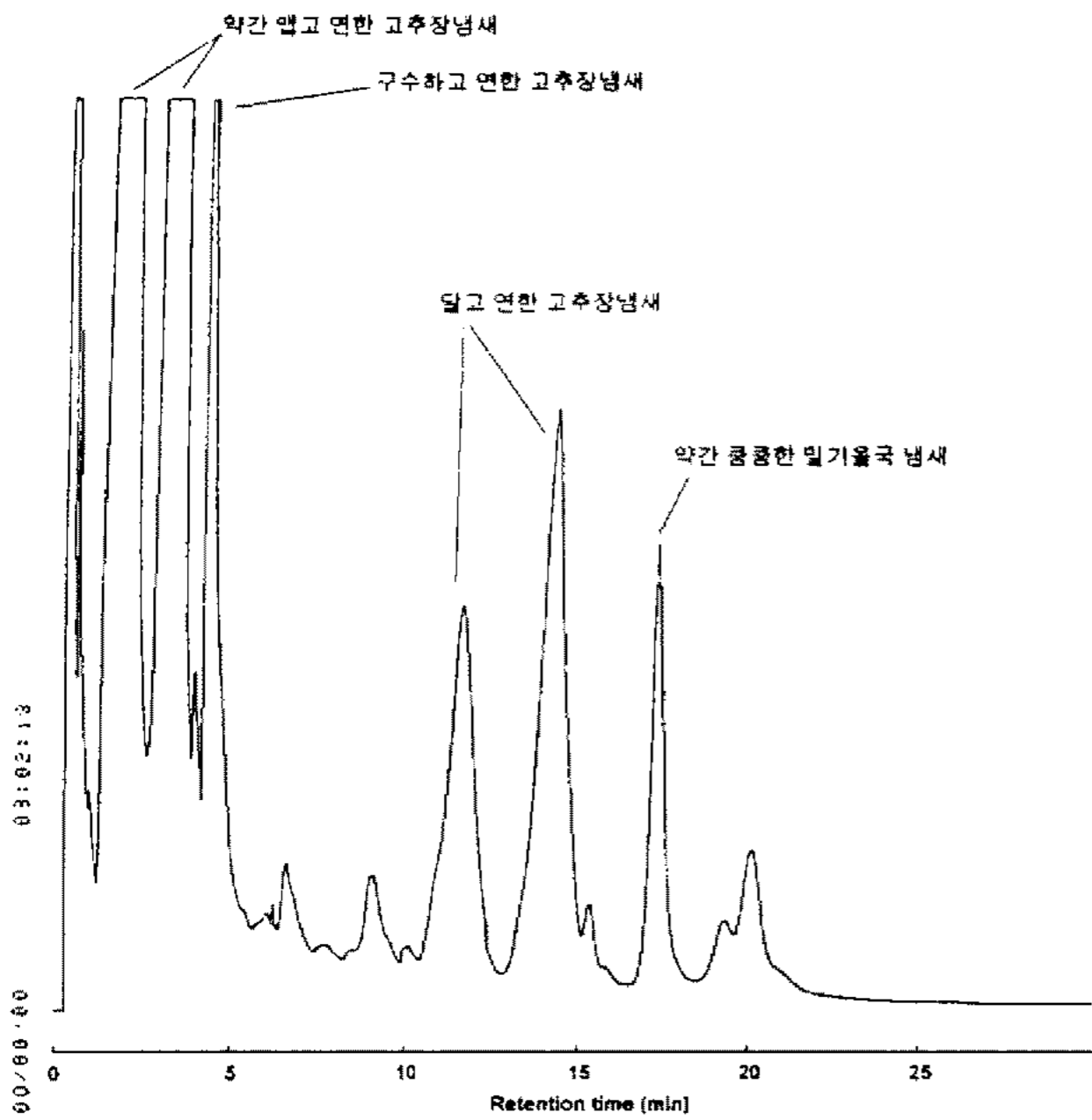


Fig. 1. Gas chromatogram and organoleptic characteristics of flavors in Soonchang Kochujang.

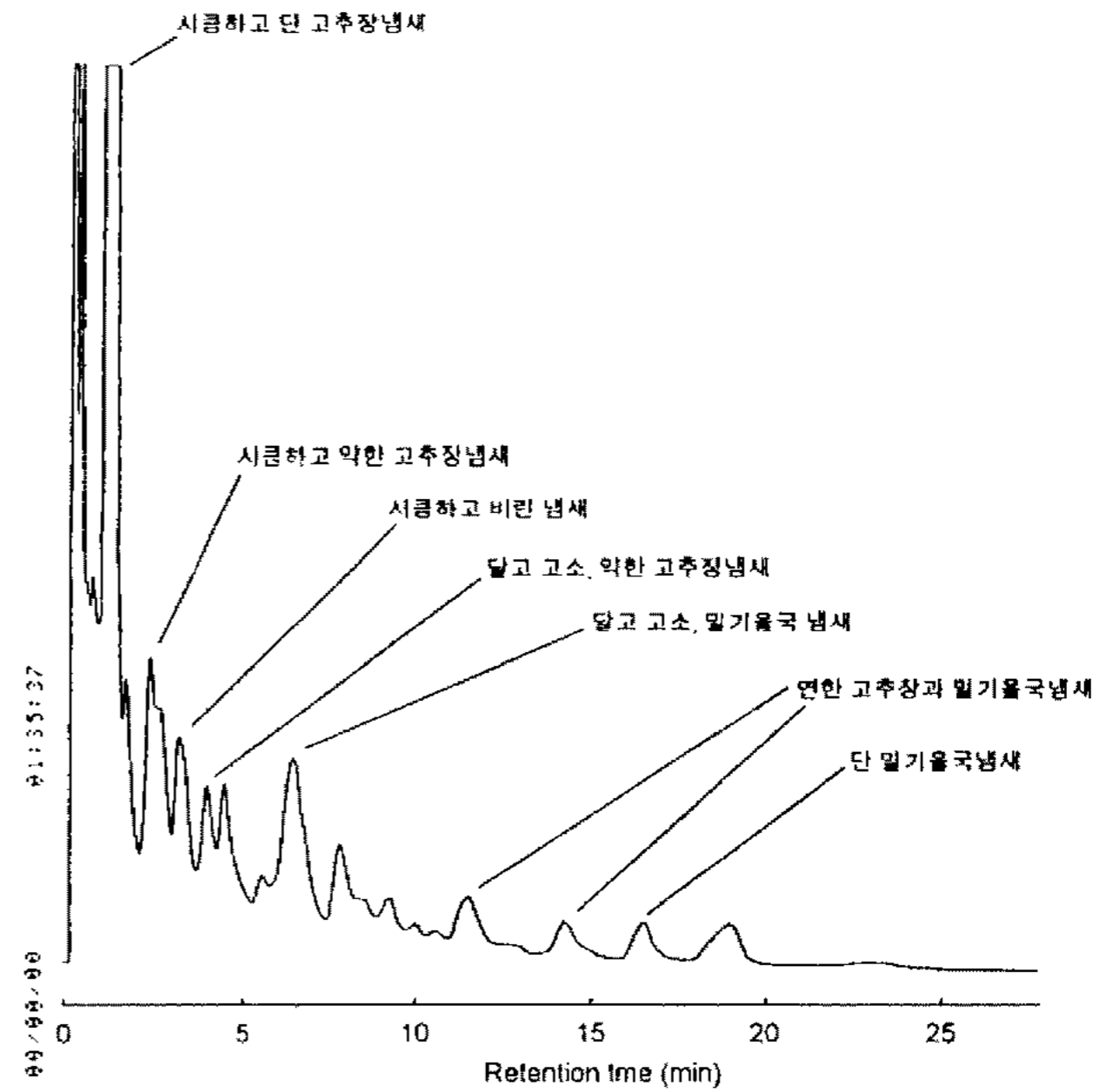


Fig. 3. Gas chromatogram and organoleptic characteristics of flavors produced by yeast Y20 selected finally.

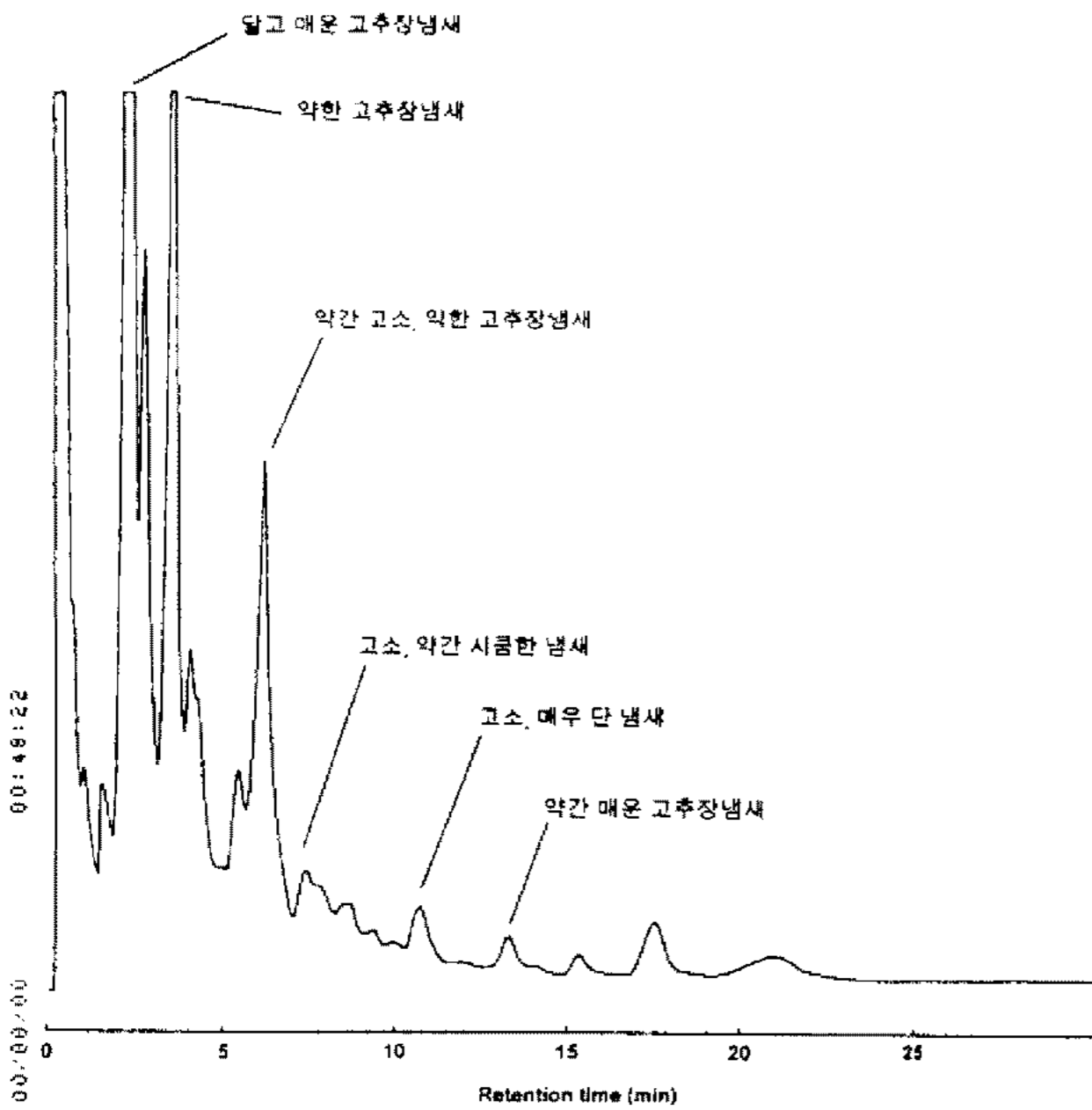


Fig. 2. Gas chromatogram and organoleptic characteristics of flavors produced by bacteria B7 selected finally.

검출되지만 효모는 숙성 후기 수가 급격히 증가하여 향의 증진에 기여한다고 보고하였고, 이(15)도 고추장 양조시 효모를 첨가하여 보다 개선된 고추장을 제조할 수 있다고 보고하였기 때문에 2차 선발된 5개의 균주를 고추장 배지에 단독 또는 혼합 배양하여 75일간 배양 후 GC를 이용하여 분석한 전통 고추장의 향과 비교 하였으며, 관능 검사도 실시하였다. 그 결과 Table 2에 나타난 바와 같이 단독 배양보다는 혼합 배양이 맛과 향에서 효과적인 것으로 나타났으며, 특히 맛보다는

Table 2. Sensory evaluation scores of *Kochujang* prepared with selected strains

Strains	Smell*	Taste*
B(Bacteria)4	3.50 ^b	3.17 ^{b**}
B6	3.17 ^b	3.00 ^a
B7	2.83 ^a	3.17 ^b
Y(Yeast)16	2.67 ^a	3.17 ^b
Y20	3.33 ^b	3.67 ^c
B4 + Y16	3.83 ^c	2.83 ^a
B6 + Y16	4.00 ^c	3.50 ^b
B7 + Y16	4.17 ^c	3.00 ^a
B4 + Y20	3.50 ^b	3.33 ^b
B6 + Y20	3.83 ^c	3.67 ^c
B7 + Y20	4.00 ^c	3.67 ^c

*Each value was a mean sensory score of 14 trained panel; 5=very good, 1=same with control.

**The same letters indicate no significant difference at the 5% level using Duncan's multiple range test.

향에서 훨씬 효과적이었다. Fig. 1은 순창 고추장의 향기 물질의 chromatogram이다. 2.172, 3.552, 4.337, 11.727, 14.47 retention time(RT)의 peak에서 고추장의 향기 성분을 나타내었다. 최종 선발된 세균과 효모의 chromatogram은 Fig. 2, 3과 같다. 세균의 경우 2.470, 3.695, 6.348, 13.513 RT의 peak에서 고추장 향을 나타내었고, 효모의 경우에는 1.185, 2.575, 4.157, 11.642 RT의 peak에서 고추장 향을 나타내었다. 최종 선발된 균주로 제조한 고추장의 향이 다른 균주로 제조한 고추장의 향보다 가장 전통 고추장의 향에 근접하였으며, 이것은 맛과 향의 관능 검사 결과와도 일치하였다. 효모와 세

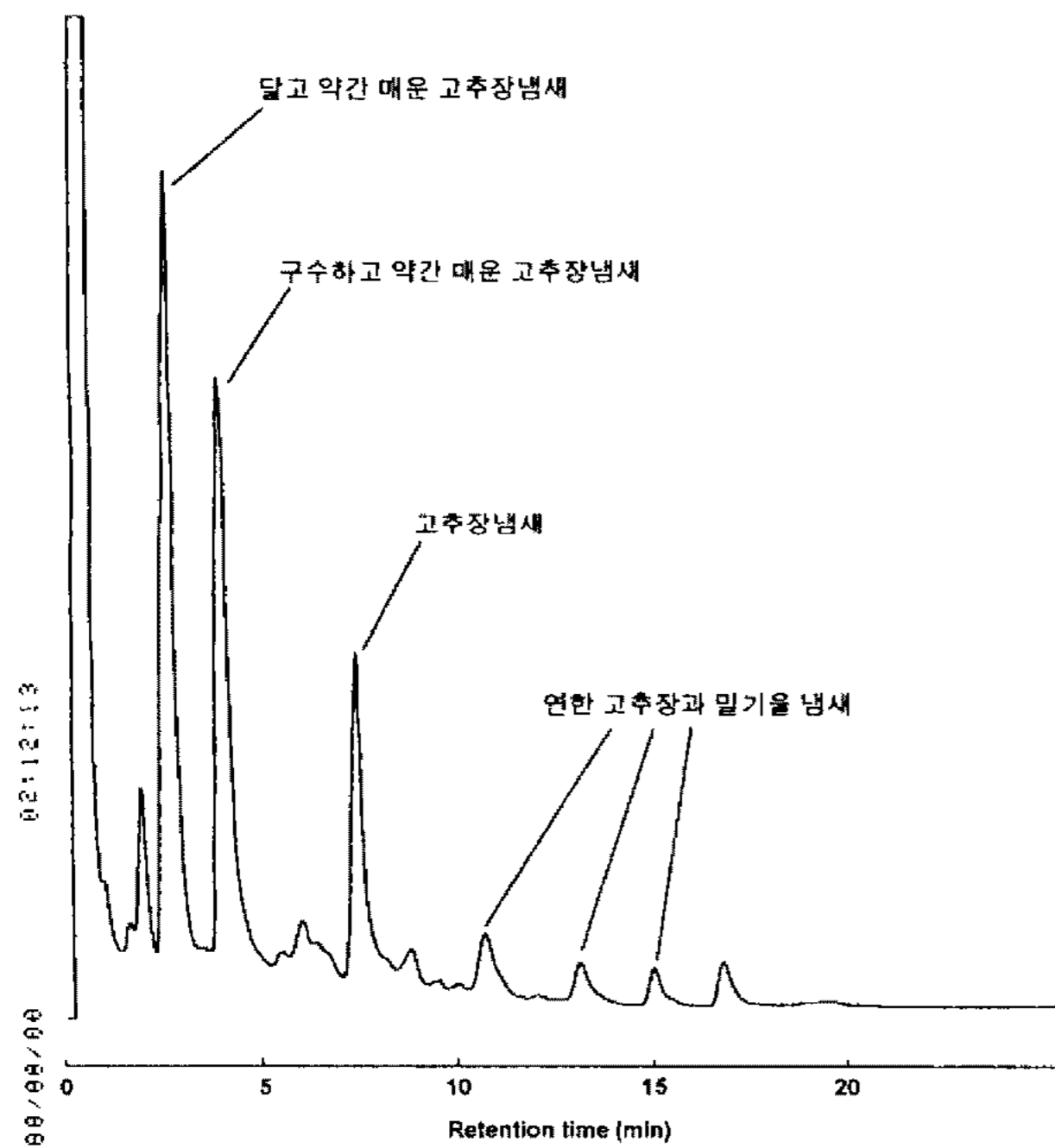


Fig. 4. Gas chromatogram and organoleptic characteristics of flavors produced by B7 and Y20 selected finally.

균을 혼합 배양한 고추장의 향기 성분은 2.692, 3.995, 7.513, 10.767, 13.272, 15.203 RT의 peak에서 고추장의 향기를 나타내었다(Fig. 4). 또한 관능검사시 단독 배양 보다는 혼합 배양이 훨씬 효과적인 것으로 나타나 김 등(1)이 보고한 바와 같이 전통 고추장은 주로 세균과 효모가 혼합 발효하여 숙성시킨다는 보고와 일치하였다. 그 외에도 장류의 풍미 향상을 목적으로 세균과 효모의 혼합 배양을 많이 시도하고 있어 혼합 배양이 더 나은 품질을 유도함을 알 수 있다(3, 16-18). 장류의 맛은 Table 2에서 보는 바와 같이 단독과 혼합 배양에서 큰 차이가 없어 주로 세균의 역할에 의해 좌우되는 것으로 나타났다. 향은 효모와 세균과의 혼합 배양에서 향상되었는데 이것은 세균에 의한 대사 산물을 효모가 훨씬 효과적으로 이용할 수 있었기 때문으로 추측된다. 최종 선발된 균주는 맛과 향에서 비교적 높은 관능 검사 점수를 얻었으며, sniffing test 결과 전통 고추장과 가장 유사한 풍미를 가진 것으로 나타난 세균 B7과 효모 Y20을 선발하였다.

세균의 동정

선발된 세균의 동정을 위하여 형태학적, 배양학적, 생리학적 특징을 조사한 결과 Table 3과 같으며, 이에 따라 선발된 세균은 *Bacillus licheniformis*로 동정되었다. 조 등(18)과 이(19)가 메주에서 효소활성 우수 균주로 *Bacillus subtilis*와 *B. licheniformis*를 보고한 바 있고, 신 등도(16) 메주에서 protease 역가가 우수한 균주로 *B. licheniformis*를 보고한 바 있어 본 실험 결과와 일치함을 보여주었다. 본 실험에서도 메주를 이

Table 3. Characteristics of bacterium selected from *Kochujang*

1. Morphological and culture characteristics

Characteristics	Results
Cell Shape	rod
Size(μm)	1.5~3
Colony Form	irregular
Elevation	convex
Margin	lobate
Motility	+
Endospore	+
Growing on Nutrient broth	pellicle
Anaerobic growth	+

+: positive, -: negative

2. Physiological characteristics

Characteristics	Results
Gram stain	+
Catalase reaction	+
Oxidase reaction	+
Voges-Proskauer test	+
pH in V-P broth	<6 >7
Nitrate reduction	+
Acid from D-Glucose	+
L-Arabinose	+
D-Xylose	+
D-Mannitol	+
Gas from glucose	-
Hydrolysis of Casein	+
Gelatin	+
Starch	+

용하여 고추장을 제조하였기 때문에 고추장에서 주 발효균이 *B. licheniformis*로 사료된다. 또한 이 등(21)이 고추장에서 amylase와 protease 활성이 우수한 균주로 *B. subtilis*와 *B. licheniformis*를 분리한 결과와도 일치하고 있다. 또한 *B. licheniformis*가 간장 및 된장에서 우수 균주로 분리된 바 있어(22) 한국 전통 장류에 있어서 보편적인 균주임을 알 수 있었다.

효모의 동정

효모를 동정해 본 결과 *Saccharomyces dairensis*로 확인되었다. 효모는 주로 장류의 발효에서 향미를 증진시키는데 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 현재 까지 메주 및 장류에서 발견된 효모는 *Saccharomyces rouxii*(23), *Rhodotorula flava*, *Torulopsis dattila*(19), *Zygosaccharomyces rouxii*, *Rhodotorula glutinis*, *Hansenula anomala*, *Saccharomyces acidifaciens*(24) 등이 있

Table 4. Characteristics of yeast selected from Kochujang
1. Morphological and culture characteristics

Characteristics	Results
Shape	globose
Multiplication	multilateral budding
Ascospore	+
Colony Form	circular
Margin	entire
Elevation	convex, raised
Growth on 50% glucose-yeast extract agar	+
Growth in 10% NaCl+5% glucose medium	+
Growth at 37°C	-

+: positive, -: negative

2. Biochemical characteristics

Characteristics	Results
Diazonium Blue B(DBB) staining	-
Urease production	-
Cycloheximide resistance	
0.01% concentration	-
0.1% concentration	-
Coenzyme Q structure	Q ₆
DNA G+C content	38.86%
Acid production	+
Nitrate assimilation	-

3. Physiological tests

3-1. API Kit

Characteristics	Results
Utilization of:	
Galactose, glycerol, Mannose, glucose	+
Saccharose, N-acetyl-D-glucosamine, L-arabinose, cellobiose, raffinose, trehalose, 2-keto-D-gluconate, α-methyl-D-glucoside, sorbitol, D-xylose, ribose, rhamnase, erythritol, melibiose, melezitose, lactose, inositol, actidione, DL-lactate, maltose, palatinose, gluconate, gluconate, levulinate, sorbose, glucosamine, esculin	-

으나 이들은 대부분 메주 및 간장, 된장에서 분리한 균주들로 고추장에서 선발된 균주와는 차이를 보였다.

본 실험에서 선발 동정된 효모는 초기 성장이 느려 생리실험시 72시간 배양 후 반응을 확인하였다. API kit와 Biolog system, Vitek system을 이용하고 그 외에도 형태학적, 배양학적 관찰을 실시하였으며, coenzyme Q의 구조를 분석한 결과 Q₆였으며, G+C 함량은

3-2. VITEK

Characteristics	Results
Utilization of:	
Maltose, glycerol, glucose	+
Galactose, lactose, sucrose, cellobiose, α-methyl-D-glucose, xylose, arabinose, trehalose, melezitose, raffinose, urea, N-acetyl-D-glucosamine, xylitol, dulcitol, adonitol, palatinose, sorbitol, erythritol, melibiose, cycloheximine, inositol, nitrate, 2-keto-D-gluconate	-

3-3. Biolog system

Characteristics	Results
Oxidation of:	
α-D-glucose, glycerol, maltose, D-galactose	+
Water, acetic acid, formic acid, propionic acid, succinic acid, methyl-succinate, L-aspartic acid, L-glutamic acid, L-proline, D-gluconic acid, dextran, inulin, cellobiose, centiobiose, maltotriose, D-melezitose, melibiose, palatinose, D-raffinose, stachyose, sucrose, D-trehalose, turanose, D-galactose, N-acetyl-D-glucosamine, D-psicose, L-sorbose, salicin, D-mannitol, D-sorbitol, D-ararbitol, xylitol, tween 80	-
Assimilation of:	
α-D-Glucose, D-melibiose + D-xylose	+
Maltose, D-galactose, D-mannitol,	±
Water, fumaric acid, L-malic acid, methylsuccinate, bromosuccinic acid, L-glutamic acid, γ-amminobutyric acid, α-ketoglutaric acid, 2-keto-D-gluconic acid, D-gluconic acid, dextran, inulin, cellobiose, gentiobiose, maltotriose, D-melezitose, D-melibiose, platinose, D-raffinose, stachyose, sucrose, D-trehalose, turanose, N-acetyl-D-glucosamine, D-glucosamine, D-psicose, L-rhamnase, L-sorbose, α-methyl-D-glucoside, β-methyl-D-glucoside, amygdalin, arbutin, salicin, valtitol, D-sorbitol, adonitol, D-arabitol, xylitol, erythritol, glycerol, tween 80, L-arabinose, D-arabinose, D-ribose, D-xylose, pyruvic acid + D-xylose, D-glucuronic acid + D-xylose, dextran + D-xylose, m-inositol + D-xylose, 1,2-propanediol + D-xylose, acetoin + D-xylose, quinic acid + D-xylose, N-acetyl-L-glutamic acid + D-xylose, 5-keto-D-gluconic aid + D-xylose	-

38.86%로 분석되어 *Saccharomyces dairensis*인 것을 확인할 수 있었다. 본 실험 결과는 Table 4에 나타내었다.

이 효모는 아직 우리 나라 고추장이나 메주에서 발표된 적이 없어 본 논문에서 처음 보고하는 것으로 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 효모라고 할 수 있다. 이 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* 등과 같이 *Saccharomyces* genus에 속하는 것으로 buttermilk, 발효하는 오이 피클, 흙에서 검출되었다(10). Nout(25)는 이 균이 인도네시아의 전통 음식인 tempe 제조시 초기 단계인 콩을 acidify 하는 단계에서 검출은 되었으나, acidification에 큰 역할은 하지 않는다고 보고하였다. 또한 Kirsop 등(26)은 이 효모가 mayonnaise-based delicatessen salads의 부패에 관여한다고 보고하였다. Spiller(27)는 preparing leavening bram 제조시 이 균과 *Lactobacillus brevis*를 혼합하여 사용하여 특허를 받았으나 이 효모가 발효에 어떤 관여를 하는 지는 아직 밝혀진 바 없다.

요 약

순창의 참쌀고추장, 사천 밀고추장, 보은 보리고추장으로 부터 분리된 숙성 시기별로 400여개 균주를 채취하여 고추장 발효용 배지에 각 균을 접종하여 30°C에서 75일간 배양 후 맛과 향에 대해 3차에 걸쳐 훈련된 관능 요원들이 관능검사를 실시하고, 동시에 preparative GC를 이용하여 sniffing test를 하여 최종적으로 전통 고추장의 향과 맛에 가장 유사한 풍미를 생산하는 세균 1종과 효모 1종을 각각 선발하였다. 동정을 하기 위하여 형태학적, 생리학적 실험을 한 결과 최종 선발된 세균은 *Bacillus licheniformis*로, 효모는 *Saccharomyces dairensis*로 동정되어졌다. 특히 세균은 혐기상태에서도 성장이 가능했으며, 고추장의 주원료인 전분질 분해능이 우수했다.

참고문헌

1. 김영수, 오훈일. 1993. 재래식과 공장산 고추장의 향기 성분. 한국식품과학회지 25(5): 494-501.
2. 송재영, 안철우, 김종규. 1984. 한국 재래식 된장 발효 중 관여 미생물이 생성하는 향기 성분. 한국식품과학회지 12(2): 147-152.
3. 김상달, 김종규. 1989. 돌연변이에 의한 한국 된장 균의 유전적 육종. 한국농화학회지 32(2): 148-153.
4. 송재영, 안철우, 김종규. 1984. 한국 재래식 된장 발효 중 관여 미생물이 생성하는 향기 성분. 한국산업미생물학회지 12(2): 147-152.
5. 기우경, 김종규, 강동학, 조용운. 1987. 한국 재래식 간장 및 된장 제조를 위한 우량변이주 개발. 한국산업미생물학회지 15(1): 21-28.
6. 김영수, 권동진, 구민선, 오훈일, 강통삼. 1993. 재래식 고추장 숙성 중 미생물과 효소력의 변화. 한국식품과학회지 25(5): 502-509.
7. Schultz, T.H., R.A. Flath, T.R. Mon, S.B. Egging, and R. Teranish. 1977. Isolation of volatile component

- from a model system. *J. Agric. Food Chemistry* 25: 446.
8. Cappuccino, J.H. and N. Sherman. 1987. *Microbiology-a laboratory manual*. Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
9. Harrigan, F. and M.E. McCance. 1976. *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. Academic press.
10. Sneath, P.H.A., N.S. Mair, M.E. Sharpe, J.G. Holt. 1986. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. II. Williams and Wilkins, USA.
11. Kreger van Rij, N.J.W. 1987. *The Yeast-a taxonomic study*. Elsevier Science Publishing B.V.
12. 飯塚 廣. 1969. 효모의 분리 동정법. 동경대학교출판회, 동경.
13. Yamada, Y. and K. Kondo. 1973. *J. Gen. Appl. Microbiology* 19: 59-77.
14. Tamaoka, J. and K. Komagata. 1984. Determination of DNA base composition by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *FEMS Microbiology Letters* 25: 125-128.
15. 이택수. 1979. 효모 첨가에 의한 고추장의 양조에 관한 연구. 한국농화학회지 22(2): 65.
16. 신영순, 김영배, 유태종. 1985. *Bacillus licheniformis*와 *Saccharomyces rouxii* 첨가에 의한 된장의 풍미 향상. 한국식품과학회지 17(1): 8-14.
17. 손성현. 1992. *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* 및 *Saccharomyces rouxii* 혼용에 의해 제조된 고추장의 숙성 기간 중 품질 변화에 관한 연구. 세종대학교 석사학위 논문.
18. 박성오, 이택수. 1983. 효모 첨가에 의한 재래식 된장의 향기 개선에 관한 연구. 서울여자대학 논문집 12: 329.
19. 조덕현, 이우진. 1970. 한국 재래식 간장의 발효 미생물에 관한 연구- 한국 재래식 메주의 발효미생물군에 대하여. 한국농화학회지 13(1): 35-42.
20. 이묘숙. 1978. 한국재래식 메주의 효소활성에 관한 연구. 대한가정학회지 16: 33-41.
21. 이계호, 이묘숙, 박성오. 1976. 재래식 고추장 숙성에 미치는 미생물 및 효소에 관한 연구. 한국농화학회지 19(2): 82.
22. 권오진, 김종규, 정영진. 1986. 한국 재래식 간장 및 된장에서 분리한 세균의 특성. 한국농화학회지 29(4): 422-428.
23. 주영하, 유태종, 유주현. 1975. 제품 간장에서 분리한 산막효모에 관한 연구. 한국식품과학회지 7(2): 61-68.
24. 권동진. 1987. 재래식 간장의 내염성 효모에 의한 휘발성 유기산의 생성. 동국대학교 석사학위 논문.
25. Nout, M.J.R., M.A. de Dreu, A.M. Zuurbier and T.M. G. Bonants-van Laarhoven. 1987. Ecology of controlled soyabean acidification for tempe manufacture. *Food Microbiology* 4: 165-172.
26. Kirsop, B.H. and T.F. Brocklehurst. 1982. The Spoilage of Mayonnaise-based Delicatessen Salads. *Process biochemistry international* 17(5): 9-11.
27. Spiller, M.A. 1987. Admixture of a *Lactobacillus brevis* and a *Saccharomyces dairensis* for preparing leavening barm. United States Patent 4,666,719.

(Received 20 April 1996)