

김치로부터 분리한 효모가 생산하는 휘발성 화합물이 김치의 풍미에 미치는 효과

김혜자¹ · 양차범¹ · 강상모^{2*}

¹한양대학교 식품영양학과, ²건국대학교 미생물공학과

Kimchi's Flavor and Taste Affected by Kimchi Yeast-producing Volatile Compounds. Hye-Ja Kim¹, Cha-Bum Yang¹ and Sang-Mo Kang^{2*}. ¹Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea. ²Department of Microbiological Engineering, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea – Eleven strains had been previously isolated from kimchi and identified in our laboratory. The ability of each strain in aroma production was investigated by sensory evaluation. Among them *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces* sp. YK-18, *Saccharomyces* sp. YH-3 and *Saccharomyces fermentati* YK-19 produced fruity flavour. Especially, *Saccharomyces fermentati* YK-19 produced apple and pineapple-like flavours. *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-20 and *Pichia chamberdii* YH-4 produced wine-like flavour. *Debaryomyces* sp. YK-6, *Debaryomyces coudertii* YK-10, *Saccharomyces* sp. YK-12 and *Pichia haplophilia* YH-5 produced alcoholic flavours. Using the good flavour producing strains as starters, various groups of kimchi were fermented, and the sensory characteristics of each group such as odor, taste and total acceptability were evaluated. The acidic odor, moldy odor and taste were reduced by adding starter, while the fresh sourness odor and taste similar to fruity flavour were increased by starter. Comparing with the control group, these odor, taste and total acceptability were increased in the starter-added groups, such as *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-17, and *Saccharomyces fermentati* YK-19. *Saccharomyces fermentati* YK-19 added kimchi group was higher significantly ($P < 0.05$) than the others at the total acceptability. Volatile compounds of the culture broth of *Saccharomyces fermentati* YK-19 were analysed by gas chromatography, and 6 species of esters and 4 species of alcohols were identified. Among them, the ester substances which broth largely responsible for the apple-like flavour in the sensory evaluation, were found to be ethyl 2-methyl butyrate, ethyl pentanoate and ethyl acetate.

김치는 우리나라 고유의 전통 식품으로 세계에서 유래가 없는 발효식품이나 미생물의 상호작용에 의하여 자연적으로 발효과정에서 진행되어 숙성 이후 산패에 이르게 되고 아울러 이취를 생성하는데, 이러한 산패현상 때문에 장기저장의 어려움이 많고 그로 인해 유통기간이 짧은 것이 큰 문제점으로 지적되고 있다.

지금까지 김치를 보존하는 방법으로는 김치발효를 조절하여 가식기간을 연장하거나 장기보존을 위한 연구가 있으며(1) 7°C~4°C에서 보관하는 냉장 또는 냉동 방법(2), nisin 또는 sorbic acid, sodium dehydroacetate 등을 사용한 항생제 또는 합성 보존료를 첨가하는 방법(3), ⁶⁰Co의 γ 선을 조사하는 방사선 처리방법(4) 및 통조림 방법(5) 등이 있으며, 그 외에도 60°C~75°C 에 30분간 가열살균하는 방법(6, 7) 등이 알려져 있으나 크게 만족할 만한 성과를 올리지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 본 연구실에서는 김치발효로 인해 생성되는 유기산을 탄소원으로 이용하면서 통기균이며, 어느 정도 저온성, 내염성 및 내산성의 환경에서 생육할 수 있는 균주들을 김치

로부터 순수 분리 및 동정한 결과 12종중 11종이 효모로 동정되었으며(8), 이들 균주를 starter로 첨가할 경우 김치 산패 지연 가능성을 확인하였다(9).

한편, 김치에 있어 효모란 국내의 경우 김치에 풍미를 주기보다는 김치에 산막을 형성하며, 연부현상을 일으킨다고 알려져 있어 김치에 나쁜 영향을 미치는 것으로 생각되어 왔다. 다만 好井 등이 쓴 食品微生物學(10)에 보면 효모는 김치에 풍미를 부여하며, 산막효모는 변패를 야기시킨다고 하는 내용이 있을 뿐이다. 우리나라에서는 1960년 하순변(11), 1978년 최국지(12) 등이 김치로부터의 효모를 분리 동정하였으며, 1991년 임종락(34)은 김치의 숙성말기 김치의 저부로부터 *Hansenula beilerinkii*, *Hansenula capsulata*, *Brettanomyces custersii*, *Brettanomyces custersii*, *Torulopsis etcheilsii*, *Rhodotolua glutins*, *Pichia membranaefaciens* 속의 효모를 분리 동정하였으나, 이들 균을 김치에 starter로 첨가하거나 이들의 방향성분을 연구한 경우는 없다. 이와 같이 우리나라 김치에 존재하는 효모의 연구는 매우 적으며, 김치에 있어 효모의 역할도 불명확한 상태로 남아 있다.

본 연구에서는 김치로부터 분리 동정한 효모가 산패 지연(9) 효과 뿐만 아니라, 김치에 좋은 풍미를 부여하여 김치숙성 이후의 이취를 감소시켜 줄 수 있는

*Corresponding author.

Key words: Sensory evaluation, *Saccharomyces fermentati*, *Pichia media*, *Pichia chamberdii*, volatile compound, total acceptability, kimchi, yeast

지를 검토하기 위하여, 이들 효모들을 김치 제조시 starter로 첨가하여 관능검사를 통해 김치의 맛과 냄새 및 전체적인 기호도에 미치는 영향을 알아 보았으며, 아울러 가장 방향생산능이 좋은 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주가 생산하는 휘발성 화합물질을 분석하고 동정하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

사용 균주

실험에 사용된 방향생성 균주는 김치에서 분리하여 (8) 이미 동정한 바 있는 *Debaryomyces* sp. YK-6, *Debaryomyces coudertii* YK-10, *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-12, *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces* sp. YK-18, *Saccharomyces fermentati* YK-19, *Saccharomyces* sp. YK-20, *Saccharomyces* sp. YH-3, *Pichia chambardii* YH-4 및 *Pichia haplophilia* YH-5 균주로서 YM agar 배지에 사면배양한 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

균주의 배양 및 방향생산 능력 측정

분리한 균주의 방향생성을 확인하기 위하여 YM배지 30 ml을 100 ml의 삼각 플라스크에 넣고 멸균한 후 전배양하였다. 방향생산능 실험은 이들 전배양 균을 YM 배지 혹은, 젓갈을 제외한 김치 제조의 조성물질들로부터 즙을 짜서 원심분리하고, 0.2 µm filter로 여과한 액에 1%되게 접종하고, 25°C에서 2일간, 10°C에서 10일간 배양하여 배양 플라스크의 면전을 열고 냄새를 맡는 방법으로 실시하였다.

종균의 배양 및 접종

균주를 YM 배지에서 1일 1회씩 2회 계대배양하여 원심분리한 후, 상징액은 버리고 균체만을 취하여 10⁸ cell/ml가 되도록 물로 희석하여 김치부피에 대하여 0.01% 첨가하였다.

시료 김치의 제조

배추를 4쪽으로 절단하고 12%의 NaCl(80% 재제염) 용액에 침지하여 배추 조직내의 NaCl 함량이 약 3% 정도 될 때까지 12~15시간 염지시킨 후, 흐르는 물에 3회 세척하여 물빼기를 한 다음 잘게 절단하여 윤석인 등의 방법으로(1) 배추 100 g에 대하여 고추가루 2.5 g, 마늘 0.8 g, 생강 0.5 g, 파 2.0 g, 젓갈 1.0 g으로 하였고, 비닐 봉지에 담은 김치의 염도는 약 3%가 되도록 조정하였다(33). 시료 김치는 약 300 g씩 starter를 첨가하지 않은 대조군과 starter를 첨가한 김치군으로 나누어 10°C에서 30일간 숙성 발효시키면서 일정기간마다 취하여 시료로 사용하였다.

관능적 품질의 평가

관능검사는 다시료 비교법(13)으로 평가원은 약 6개월 전부터 김치맛에 대한 훈련을 실시한 건국대학교 미생물공학과 대학원생 10명으로 구성하였다. 관능검사 평가항목은 김치에서 느낄 수 있는 김치의 맛, 즉 신맛(acidic taste), 군덕맛(moldy taste), 상큼한 맛(fresh fruit-like sourness taste)과 이에 상응하는 냄새들, 그리고 전체적인 기호도(total acceptability)에 대한 관능평가를 5점 채점법으로 실시하였다. 즉 각각의 특성에 대한 정도가 대단히 약하면 1, 약하면 2, 보통이면 3, 양호하면 4, 매우 많으면 5로 표시하였다(14-16). 결과의 통계처리는 statistical analysis(SAS)에 의한 평균 간의 유의적 검정을 하였으며, 유의성 검토는 Duncan의 다중비교분석법으로 하였다(17).

휘발성 화합물의 분석

휘발성 화합물의 분석법(18-26)은 대부분 상온에서 휘발하는 성질을 가지므로 그 분석에 있어서 어려움이 많다. 본 논문에서는 안병학(26)의 효모의 방향성 화합물을 분석한 방법을 수정하여 다음과 같이 하였다. 방향생성물 조성이 이미 알려진 한국식품개발연구원 응용 미생물실에서 분양받은 *Geotrichum candidum* FB 704 균주는 potato dextrose broth(PDB)배지에, *Saccharomyces* sp. YK-12 균주는 YM 배지에 접종하여 25°C에서 36시간 진탕 배양(진동수 75회/분, 진동폭 6 cm)한 배양액으로부터 휘발성 화합물을 분리, 농축하였다. 즉, 균체를 제거한 배양액 400 ml을 40°C의 항온조에서 감압증류하였으며, 증류분은 얼음과 소금을 사용한 한제와 dry ice와 acetone을 사용한 한제로 냉각된 유리관을 차례로 통과시켜 휘발성 화합물을 응축 포집하였다. 휘발성 화합물은 100 ml의 증류액을 동량의 ether-pentane(2 : 1 v/v) 용매로 3회 추출하여 무수 Na₂SO₄ 로

Table 1. Analytical condition of gas chromatography for volatile compounds

| | |
|----------------|---|
| Instrument | : Varian 3300 gas chromatograph |
| Column | : BP 20 (fused silica open tubular column) length 6 ft., 4 m×2 mm i.d. |
| Oven temp. | : Initial temp. 45°C Initial time 10 min. rate 3°C/min Final temp. 150~200 (°C) time 0~5 (min) rate 40°C/min |
| Injector temp. | : 260°C |
| Detector temp. | : 290°C |
| Detector type | : Flame ionization detector (FID) |
| Split ratio | : 1:20 |
| Carrier gas | : Helium (30 ml/min) |

탈수한 다음 농축관(Widmer column)의 상단온도를 34°C 이하로 유지시키며 약 0.5 ml/까지 농축하여 gas chromatography(GC) 분석용 시료로 하였다. GC에 의한 휘발성 화합물의 동정은 표준물질의 머무름 시간과 비교하여 동정하였고 GC 분석조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

효모의 방향생성 능력 측정

김치로부터 분리 동정된 효모 11균주(8)의 방향 생산능을 25°C, 10°C의 온도에서 YM 배지와 젓갈을 제외한 김치재료즙액에서 보았다(Table 2). Table 2에 의하면 방향 생산에 있어서는 모두 온도와 배지에 크게 영향을 받지는 않았으나 대체로 YM 배지 25°C에서 가장 좋은 경향을 나타내었다.

11개 균주 중 *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces* sp. YK-18, *Saccharomyces fermentati* YK-19 및 *Saccharomyces* sp. YH-3 균주는 과실향과 유사한 방향을, 그 중 *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces* sp. YK-18 및 *Saccharomyces* sp. YH-3 균주는 사과향을 생성하였고, 특히 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주는 사과향과 더불어 파인애플향을 강하게 생성하였다. 그리고 *Pichia media* YK-11과 *Saccharomyces* sp. YK-20 및 *Pichia chambardii* YH-4 균주는 달콤한 포도주 향을, *Debaryomyces* sp. YK-6, *Debaryomyces coudertii* YK-10, *Saccharomyces* sp. YK-12 및 *Pichia haplophilia* YH-5 균주는 알코올 발효취를 생성하였다.

이들 결과로 김치로부터 분리한 효모들이 김치에 풍미를 부여할 가능성을 알았으며, 김치재료즙액에서도 방향생산 정도는 YM배지에 비하여 약간 떨어지는 편이나 김치 맛을 개선하는데 큰 도움을 줄 것으로 생각되었다.

관능 검사

따라서 이들 효모들을 김치에 starter로 첨가하여 10°C에서 숙성시키면서 관능적 품질의 변화를 평가하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

우선 starter로 첨가한 균주가 시료김치의 풍미에 미치는 효과를 알아 보고자 신내, 군덕내, 그리고 과실향에 유사한 상큼한 냄새를 조사하였으며, 아울러 방향성분이 맛에 관여하는지를 알아보기 위하여 냄새에 상응하는 신맛, 군덕맛 및 상큼한 맛을 조사하였으며, 김치의 복합적인 효과를 알아보기 위하여 전체적인 기호도를 조사하였다.

실험군간의 변화를 보면 신내의 경우 발효초기인 4 일째(date not shown)에는 모든 실험군간에 큰 차이가 없었으며, 숙성 8일째부터는 대부분의 경우 starter 첨가균이 대조군보다 덜 느끼는 것으로 평가되었고, 특히 숙성 20일째에는 *Saccharomyces* sp. YH-3 첨가균이 대조군과 *Debaryomyces* sp. YK-6와 YK-9, *Pichia media* YK-11 첨가균보다 유의적으로($P < 0.01$) 낮게 평가되었다.

군덕내의 경우 신내와 마찬가지로 발효가 진행되면서 증가하였으며 숙성초기에는 모든 실험군간에 큰 차이를 보이지 않았고, 몇몇의 경우를 제외하고는 대부분이 starter 첨가균이 대조군보다 군덕내를 덜 느끼는 것으로 평가되었으며, 숙성 20일째에 대조군과 *Debaryomyces coudertii* YK-10, *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces fermentati* YK-19, *Pichia chambardii* YH-4, *Pichia haplophilia* YH-5 균주간에 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보였다.

과실향에 유사한 상큼한 냄새의 경우 발효초기부터 몇몇 균주를 제외하고는 대조군보다 starter 첨가균에서 더 느끼는 것으로 나타났는데 발효 8일째에는 특히 *Saccharomyces fermentati* YK-19 첨가균이 *Debaryomyces*

Table 2. Flavor-producing ability of the isolated yeast strains from kimchi

| Strain No. | Nature of flavor | Intensity of flavor* | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------|------|--------------|------|
| | | YM broth | | kimchi broth | |
| | | 25°C | 10°C | 25°C | 10°C |
| <i>Debaryomyces</i> sp. YK-6 | alcoholic | + | + | + | + |
| <i>Debaryomyces coudertii</i> YK-10 | alcoholic | + | + | + | + |
| <i>Pichia media</i> YK-11 | sweet-winy | ++ | ++ | ++ | ++ |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YK-12 | alcoholic | ++ | + | + | + |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YK-17 | fruity, apple | +++ | ++ | ++ | ++ |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YK-18 | fruity, apple | ++ | ++ | ++ | + |
| <i>Saccharomyces fermentati</i> YK-19 | fruity, apple, pineapple | +++ | +++ | ++ | ++ |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YK-20 | sweet-winy | ++ | + | + | + |
| <i>Saccharomyces</i> sp. YH-3 | fruity, apple | +++ | ++ | ++ | + |
| <i>Pichia chambardii</i> YH-4 | sweet-winy | ++ | + | + | + |
| <i>Pichia haplophilia</i> YH-5 | alcoholic | ++ | ++ | + | + |

*+++ : very strong, ++ : strong, + : weak

Table 3. Changes in sensory evaluation score of kimchi during storage at 10°C

| Characteristics | | Odor | | | Taste | | | Total acceptability |
|-----------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|-------|----------------|---------------------|
| Day | Sample | Acidic | Moldy | Fresh-sourness | Acidic | Moldy | Fresh-sourness | |
| 8 | Control | 2.83 | 1.25 | 1.50 ^{ab} | 2.67 | 1.08 | 1.50 | 2.67 |
| | YK-6 | 2.50 | 1.33 | 2.17 ^{ab} | 2.33 | 1.83 | 1.67 | 2.33 |
| | YK-9 | 2.00 | 1.83 | 1.00 ^b | 3.33 | 1.83 | 1.67 | 2.33 |
| | YK-10 | 2.67 | 1.33 | 1.83 ^{ab} | 2.83 | 1.33 | 2.67 | 3.00 |
| | YK-11 | 2.17 | 1.33 | 1.67 ^{ab} | 2.83 | 1.33 | 2.00 | 2.33 |
| | YK-12 | 2.67 | 1.83 | 1.67 ^{ab} | 2.83 | 2.17 | 1.83 | 1.83 |
| | YK-17 | 2.17 | 1.83 | 1.67 ^{ab} | 2.83 | 1.33 | 2.00 | 2.33 |
| | YK-18 | 2.17 | 1.42 | 1.50 ^{ab} | 2.83 | 1.42 | 2.83 | 2.92 |
| | YK-19 | 2.83 | 1.33 | 2.50 ^a | 2.67 | 1.17 | 2.50 | 3.08 |
| | YK-20 | 2.50 | 2.00 | 1.67 ^{ab} | 3.17 | 1.17 | 2.33 | 2.17 |
| | YH-3 | 2.17 | 1.33 | 1.33 ^{ab} | 2.50 | 1.33 | 2.33 | 2.33 |
| | YH-4 | 2.17 | 1.67 | 1.33 ^{ab} | 2.00 | 1.17 | 1.83 | 2.33 |
| | YH-5 | 2.17 | 1.83 | 1.17 ^{ab} | 2.33 | 1.00 | 1.50 | 1.83 |
| | F value | | 1.25 | 1.32 | 2.17* | 0.70 | 1.20 | 1.62 |
| 16 | Control | 3.17 | 2.17 | 1.33 | 3.67 | 2.17 | 1.33 | 1.75 ^{ab} |
| | YK-6 | 3.00 | 1.92 | 1.33 | 3.83 | 1.75 | 1.33 | 2.00 ^{ab} |
| | YK-9 | 2.33 | 2.00 | 1.33 | 3.17 | 1.67 | 1.33 | 2.00 ^{ab} |
| | YK-10 | 2.83 | 1.33 | 2.17 | 3.00 | 1.67 | 1.83 | 3.17 ^{ab} |
| | YK-11 | 2.33 | 1.83 | 1.50 | 2.83 | 2.17 | 1.50 | 2.50 ^{ab} |
| | YK-12 | 3.00 | 1.50 | 1.83 | 2.83 | 1.67 | 1.33 | 2.17 ^{ab} |
| | YK-17 | 3.00 | 1.67 | 1.83 | 3.17 | 1.33 | 1.83 | 3.17 ^{ab} |
| | YK-18 | 2.33 | 2.17 | 1.67 | 2.33 | 2.67 | 1.67 | 1.50 ^b |
| | YK-19 | 2.83 | 1.33 | 2.00 | 3.00 | 1.67 | 1.83 | 3.33 ^a |
| | YK-20 | 2.67 | 2.33 | 1.33 | 2.67 | 2.83 | 1.33 | 1.50 ^b |
| | YH-3 | 2.83 | 1.50 | 2.00 | 3.33 | 1.33 | 1.67 | 2.67 ^{ab} |
| | YH-4 | 2.83 | 1.33 | 1.67 | 2.50 | 1.83 | 1.50 | 2.67 ^{ab} |
| | YH-5 | 2.33 | 1.83 | 1.25 | 2.67 | 2.00 | 1.25 | 3.00 ^{ab} |
| | F value | | 0.91 | 0.82 | 1.21 | 1.63 | 1.47 | 0.78 |
| 20 | Control | 3.83 ^a | 3.00 ^a | 1.50 ^b | 4.33 | 2.83 | 1.50 | 2.00 ^b |
| | YK-6 | 3.67 ^a | 2.17 ^{ab} | 1.50 ^b | 3.33 | 2.00 | 1.50 | 2.33 ^b |
| | YK-9 | 3.50 ^a | 1.83 ^{ab} | 1.17 ^b | 3.50 | 1.50 | 1.83 | 2.6 ^b |
| | YK-10 | 3.33 ^{ab} | 1.50 ^b | 1.17 ^b | 3.00 | 1.33 | 2.07 | 2.83 ^b |
| | YK-11 | 3.50 ^a | 1.50 ^b | 2.67 ^a | 3.67 | 1.67 | 2.17 | 3.33 ^a |
| | YK-12 | 3.25 ^{ab} | 1.67 ^{ab} | 2.00 ^b | 3.42 | 1.50 | 2.17 | 2.33 ^b |
| | YK-17 | 2.83 ^{ab} | 1.50 ^b | 2.13 ^a | 3.83 | 1.33 | 2.17 | 3.00 ^{ab} |
| | YK-18 | 3.17 ^{ab} | 2.50 ^{ab} | 1.50 ^b | 3.00 | 2.33 | 1.50 | 2.00 ^b |
| | YK-19 | 2.67 ^{ab} | 1.50 ^b | 2.33 ^a | 3.00 | 2.00 | 2.17 | 3.33 ^a |
| | YK-20 | 2.50 ^{ab} | 2.83 ^{ab} | 1.50 ^b | 2.67 | 2.00 | 1.83 | 1.67 ^b |
| | YH-3 | 1.83 ^b | 1.83 ^{ab} | 2.17 ^a | 3.00 | 1.67 | 2.00 | 3.00 ^{ab} |
| | YH-4 | 3.17 ^{ab} | 1.33 ^b | 2.00 ^b | 2.67 | 1.33 | 1.83 | 3.17 ^{ab} |
| | YH-5 | 2.67 ^{ab} | 1.50 ^b | 2.00 ^b | 3.33 | 1.50 | 2.00 | 3.33 ^a |
| | F value | | 2.67** | 2.04* | 1.91* | 1.09 | 1.60 | 0.36 |

Means with the same letter are not significantly different (P<0.05)

*: Significant at P<0.05, **: Significant at P<0.01

sp. YK-6 첨가균보다 유의적인 차이($P < 0.05$)로 높게 평가되었고, 발효 12일째(date not shown)부터 후기까지도 starter 첨가균에서 더 느껴, 20일째에 *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces fermentati* YK-19 및 *Saccharomyces* sp. YH-3 균주를 첨가한 균에서 더 높게 평가되었다.

맛의 경우 냄새와 거의 유사한 경향을 나타내었는데 발효가 진행되면서 대조군에서는 신맛과 군덕맛이 크게 증가되면서 상큼한 맛은 덜 느끼는 반면에 starter를 첨가한 대부분의 실험군은 대조군보다 신맛과 군덕맛은 덜 느끼는 반면에 상큼한 맛은 더 느끼는 것으로 나타났다.

전체적인 기호도는 발효기간에 따라 약간의 차이는 있으나 전반적으로 전 발효기간 동안 *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces fermentati* YK-19 및 *Pichia chambardii* YH-5 균주를 첨가한 실험군이 대조군보다 높게 평가되었는데, 특히 *Saccharomyces fermentati* YK-19 첨가균이 발효 12일째(date not shown)에는 대조군과 *Debaryomyces* sp. YK-6 첨가균보다, 발효 16일째에는 *Saccharomyces* sp. YK-18과 *Saccharomyces* sp. YK-20 첨가균보다, 그리고 발효 20일째에는 전반적으로 다른 실험군보다 유의적으로($P < 0.05$) 높게 평가되었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 방향 성분이 우수한 균주들은 대부분 김치의 신내와 신맛을 제거할 뿐만 아니라, 군덕내와 군덕맛을 약화시키며 몇몇 균주는 과실향에 유사한 상큼한 냄새와 맛을 부여하여 전체적인 기호도를 높이는데 크게 기여함을 알 수 있었다.

김치의 군덕내와 군덕맛의 약화는 김치에서 생육하는 젖산균 등 효모 이외의 다른 균들이 효모와 경쟁적 생육을 해야하는데서 증식이 상대적으로 약간 떨어지는 것에도 기인하겠으나, 무엇보다 효모에 의해 생산되는 방향물질들에 의해 masking 되기 때문이라고 생각된다. 그리고 Table 2에 있는 방향물질들이 실제 김치발효에서는 순수배양시 만큼 크게 느껴지지 못하였는데 이것은 김치 특유의 냄새가 너무 강하기 때문이라고 생각된다.

분리균주 *Saccharomyces fermentati* YK-19가 생성하는 휘발성 화합물

분리균주 중 과실향에 유사한 방향을 강력하게 생성하고 김치 starter로 첨가하여 관능검사를 수행시 전체적인 기호도에서 가장 우수한 김치균으로 판명된 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주의 휘발성 화합물을 분석하였다. 비교균주로는 *Geotrichum candidum* FB 704 균주를 사용하였으며, 비교균주를 사용한 이유는 효모의 방향은 그 유사성이 높기 때문이었다. 비교균주와 *Saccharomyces fermentati* YK-19의 배양액을 감압 증류하여 얻은 휘발성 화합물을 분석한 GC chro-

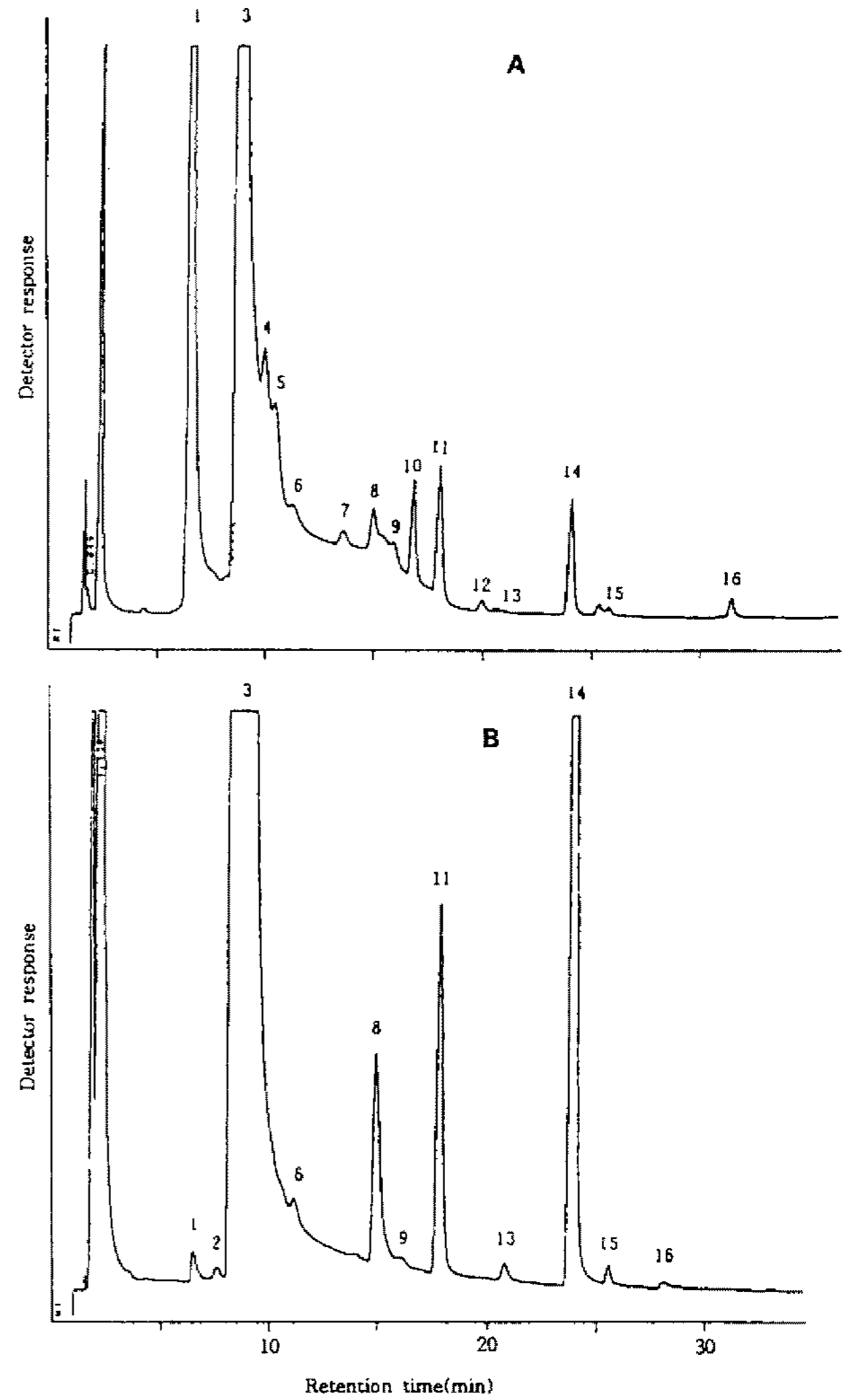


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile compounds* from culture broth of *Geotrichum candidum* FB 704 and *Saccharomyces fermentati* YK-19. Chromatogram A was that of *Geotrichum candidum* FB 704 and chromatogram B was that of *Saccharomyces fermentati* YK-19.

matogram은 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 A는 *Geotrichum candidum* FB 704 균주의 peak이며, 각 peak는 이미 알려진 물질이다(26). Fig. 1의 B의 물질동정은 Fig. 1의 A에서 알려진 표준물질들을 사용하여 GC chromatogram의 retention time으로 확인하였다. Fig. 1의 A에 없는 2번 peak는 2-propanol로 동정되었다. 그리고 Fig. 1의 B에서 retention time이 틀리는 마지막 peak는 확실하지 않으나 3-methyl butyl 3-methyl butyrate으로 추정되었으며, GC chromatogram 백분율은 Table 4와 같다.

GC chromatogram에 의해 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주 배양액의 휘발성 화합물 농축액으로부터 에스테르 6종과 알코올 4종 등 총 10종의 화합물이 동정되었다. 즉, 에스테르 화합물은 ethyl acetate, ethyl butyrate, ethyl 2-methyl butyrate, ethyl pentanoate, ethyl 3-methyl-2-butenate 등 5종의 에틸 에스테르

Table 4. Identification of volatile compounds produced by *Geotrichum candidum* FB 704 and *Saccharomyces fermentati* YK-19

| Peak No. | Compound | Composition (GC area %) YK-19 |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Ethyl acetate | 0.28 |
| 2 | 2-Propanol | 0.14 |
| 3 | Ethanol | 76.85 |
| 6 | Propyl acetate | 0.21 |
| 8 | Ethyl butyrate | 2.73 |
| 9 | Ethyl 2-methyl butyrate | 0.18 |
| 11 | 2-Methyl propanol | 3.64 |
| 13 | Ethyl pentanoate | 0.27 |
| 14 | 3-Methyl butanol | 15.47 |
| 15 | Ethyl 3-methyl-2-butenate | 0.14 |
| 16* | 3-Methyl butyl 3-methyl butyrate | 0.09 |

*This compound is uncertain.

화합물과 propyl acetate의 프로필 에스테르 화합물 그리고 2-propanol, ethanol, 2-methyl propanol, 3-methyl butanol 등 저급 및 고급 알코올이었다.

Saccharomyces fermentati YK-19 균주의 배양액으로부터 분리 동정된 각 화합물중 에스테르 화합물은 대부분이 과실향을 나타내며 에스테르 화합물 중에서도 ethyl 2-methyl butyrate, ethyl pentanoate 등은 사과향의 특성을 나타내고, ethyl acetate는 파인애플향, propyl acetate과 2-methyl propyl acetate 등은 배의 향기를 각각 나타내는 것으로 알려져 있다(27-31). 이들의 방향 특성은 Table 5에 있다. 균주 배양액에서 분리 동정된 휘발성 화합물과 Flath 등(30)과 Paul 등(31)에 의해서 사과의 휘발성 화합물로 보고된 성분을 비교한 결과 Table 5의 10종 모두 사과의 향기성분으로 보고된 화합물이었다.

분리균주 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주의 배양액에서 동정된 휘발성 화합물 중 특히 사과의 향기성분으로 관능적 평가에 중요한 물질로 알려진 ethyl 2-methyl butyrate(32)는 감압 증류하여 용매추출한 휘발성 화합물의 약 0.18%를 차지하였으며 또한 강력한 사과향을 내는 물질로 알려진 ethyl pentanoate(29)는 약 0.27%였다. 전체 휘발성분의 약 0.45%가 사과향의 특성을 나타내는 물질로서 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주 배양액의 주 방향 특성은 이 화합물들에 의한 것으로 추정되었다. 따라서 Table 2의 *Saccharomyces fermentati* YK-19의 방향에서 사과향은 ethyl 2-methyl butyrate와 ethyl pentanoate가 주성분이었으며, 파인애플향은 propyl acetate가 주성분이었을 것으로 생각된다.

이와 같이 김치에 존재하는 효모의 어떤 종들은 김치에 풍미를 부여하는 것을 알았으며, 특히 그들이 생

Table 5. Organoleptic characteristics of volatile compounds identified in culture broth of *Saccharomyces fermentati* YK-19

| Compound | Odor characteristic* | Apple volatile** |
|---------------------------|-----------------------------|------------------|
| Alcohols; | | |
| Ethanol | sweet-ethereal | + |
| 2-Propanol | alcoholic-ethereal | + |
| 2-Methyl propanol | cough-provoking odor, sweet | + |
| 3-Methyl butanol | cough-provoking odor, winy | + |
| Esters; | | |
| Ethyl 2-methyl propionate | fruity, apple | + |
| Ethyl butyrate | fruity, pineapple | + |
| Ethyl 2-methyl butyrate | green-fruity, apple peel | + |
| Ethyl pentanoate | fruity, strongly apple | + |
| Ethyl 3-methyl-2-butenate | caramellic-fruity | + |
| Propyl acetate | ethereal-fruity, pear | + |

*; (18-20), **; (21, 22)

산하는 방향물질에 의해 김치의 군덕내와 군덕맛을 약화시키며 기호도를 높여 주는 것을 알았다. 따라서 김치에 있어 효모들의 역할에 대한 연구가 앞으로 더욱 많이 연구되어야 할 것이며, 이와 관련된 더 좋은 starter 개발이 필요하다고 본다.

요 약

김치로부터 분리 동정한 균주들의 방향생성능을 보면 *Saccharomyces* sp. YK-17, *Saccharomyces* sp. YK-18, *Saccharomyces fermentati* YK-19 및 *Saccharomyces* sp. YH-3 균주는 과실향과 유사한 방향을 생성하였으며, 특히 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주는 사과향과 더불어 파인애플향을 강하게 생성하였다. 그리고 *Pichia media* YK-11과 *Saccharomyces* sp. YK-20 및 *Pichia chambardii* YH-4 균주는 달콤한 포도주의 향을 생성하였으며, 그외 *Debaryomyces* sp. YK-6, *Debaryomyces coudertii* YK-10, *Saccharomyces* sp. YK-12 및 *Pichia haplophilia* YH-5 균주는 알코올 발효취를 생성하였다.

방향성분이 우수한 이들 균주를 starter로 첨가하여 관능검사를 실시한 결과 김치의 신내와 신맛을 제거할 뿐만 아니라 군덕내와 군덕맛을 약화시켜 주었고, 이들 균주 중 *Pichia media* YK-11, *Saccharomyces* sp. YK-17, 및 *Saccharomyces fermentati* YK-19 균주는 과일향에 유사한 상큼한 냄새와 맛을 부여하여 전체적인 기호도를 높이는데 크게 기여함을 알 수 있었다. 특히 *Saccha-*

romyces fermentati YK-19 첨가균 김치의 경우 전체적인 기호도에 있어서 나머지 다른 실험군보다 유의적인 차이($P < 0.05$)로 높게 평가되었다.

분리균주 *Saccharomyces fermentati* YK-19가 생성하는 휘발성 화합물을 GC로 분석한 결과, 에스테르 6종과 알코올 4종 등 총 10종의 화합물을 동정하였는데 휘발성분 중 사과향으로서 관능적 평가에 기여도가 큰 에스테르 화합물은 ethyl 2-methyl butyrate, ethyl pentanoate, ethyl acetate 등이었다.

참고문헌

- 윤석인, 박길동, 김영찬, 임영희, 이철. 1987. 김치 보존성 연구. 한국식품공업협회 24-117.
- 이양희, 양익환. 1970. 우리나라 김치의 포장과 저장 방법에 관한 연구. 한국농화학회지 13: 207-218.
- 박경자, 우순자. 1988. Na-acetate 및 Na-malate와 K-sorbate가 김치발효 중 pH, 산도 및 산미에 미치는 효과. 한국식품과학회지 20: 40-44.
- 정병선. 1963. 방사선을 이용하는 식품보장에 관한 연구-김치저장에 관하여. 원자력연구논문집 3: 67-72.
- 이춘녕, 김호식, 전재근. 1968. 김치 통조림 제조에 관한 연구. 한국농화학회지 10: 33-38.
- 이남진, 전재근. 1981. 김치의 순간 살균방법(제 1보). 배추김치의 순간 살균방법과 살균 효과. 한국농화학회지 24: 213-217.
- 이남진, 전재근. 1982. 김치의 순간 살균방법(제 2보). 배추김치의 순간 살균조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지 25: 197-200.
- 김혜자, 김영찬, 양차범, 강상모. 1996. 김치 starter용으로 분리한 효모의 동정. 한국산업미생물학회지 투고중.
- 김혜자. 1994. 김치의 내산성 균주를 이용한 산패 지연 및 관능향상에 관한 연구. 한양대학교 박사논문.
- 好井久雄, 金子秀之, 山口和夫. 1973. 食品微生物學. 技段堂. 144-146.
- 하순변. 1960. Pectin 분해효소 및 산막미생물이 침채류의 연부에 미치는 영향에 관하여. 관연회보 5(2): 139-147.
- 최국지. 1978. 김치에서 분리한 효모에 관한 분류-효모의 분리 동정-. 한국산업미생물학회지 16: 1-10.
- 김광욱, 이영춘. 1989. 식품의 관능검사. 제12장- 묘사분석 192-237.
- 이상금, 신말식, 전덕영, 홍운호, 임현숙. 1989. 마늘 첨가량을 달리한 김치의 숙성에 따른 변화. 한국식품과학회지 21: 68-74.
- 구경형, 강근욱, 김우정. 1988. 김치의 발효중 품질변화. 한국식품과학회지 20: 476-4829.
- 김현옥, 이해수. 1975. 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지 7: 74-81.
- SAS; SAS user's guide. Statistics. 1988.
- Kempler, G.M. 1983. Production of flavor compounds by microorganisms. *Advances in Applied Microbiology* 29: 29-51.
- Berry, D.R. and D.C. Watson. 1986. Production of organoleptic compounds. In "Yeast biotechnology". Allen and Unwin, London, U.K. 345-368.
- Berger, R.G., K. Neuhaeuser, and F. Drawert. 1987. Biotechnological production of flavor compounds. *Biotechnol. and Bioeng.* 30: 987-990.
- Kiuchi, K., T. Suzuki, and T. Ohta. 1975. Screening of flavor-producing yeast in soybean cooking drain. *J. Ferment. Technol.* 53: 386-392.
- Kiuchi, K., T. Suzuki, and T. Ohta. 1975. Conditions for the grown and production of flavor of the yeasts in soybean cooking drain. *J. Ferment. Technol.* 53: 393-400.
- 小泉武夫, 角田潔和, 大澤良一, 小玉健吉, 野白喜久雄. 1982. 樹液酵母の生産する香氣について. 日本農藝化學會誌 56: 757-763.
- 福田和郎. 1993. 酵母の生産するバラ様香氣物質等とその應用. *Fragrance J.* 35-39.
- Ahn, B.H., H.S. Kang, and H.K. Shin. 1988. Aroma compounds produced by yeast *Hansenula saturnus* var. *H. saturnus* isolated from soil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 718-723.
- 안병학. 1989. *Geotrichum candidum*의 分離, 同定 및 芳香性化合物 生産에 關한 研究. 동국대학교 박사논문.
- Furia, T.E. and N. Bellanca. 1975. Handbook of flavor ingredients, Vol. II. CRC press, Ohio, USA.
- Arctander, S. 1960. Perfume and flavor materials of natural origin. Elizabeth, N.J. USA.
- Heath, H.B. and B. Pharm. 1978. Flavor Technology. AVI, Conn. USA.
- Flath, R.A., D.R. Black, R.R. Forrey, G.M. McDonald, T.R. Mon, and R. Ternishi. 1969. Volatiles in Gravenstein apple essence identified by GC-Mass spectrometry. *J. Chromatographic. Sci.* 7: 508-512.
- Paul, S.D. and C.H. Jonathan. 1981. Apple flavor. *CRC Critical reviews in Food Science and Nutrition* 18: 387-415.
- Flath, R.A., D.R. Black, D.G. Guadagni, W.H. McFadden, and A.T. Schultz. 1967. Identification and organoleptic evaluation of compounds in delicious apple essence. *J. Agr. Food Chem.* 15: 29-35.
- 천종희, 이해수. 1976. 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지 8: 90-94.
- 임종락. 1991. 김치에서 내적물질흐름에 의한 미생물의 천이. 인하대학교 박사학위논문.

(Received 4 March 1996)