

Pichia anomala SKM-T와 *Galactomyces geotrichum* SJM-59 첨가가 배추김치 발효에 미치는 영향

모은경¹ · 이선영² · 제갈성아² · 성창근[†]
충남대학교 식품공학과, ¹(주)대덕바이오, ²충남대학교 식품영양학과

Effects of Addition of *Pichia anomala* SKM-T and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 on *Baechu Kimchi* Fermentation

Eun-Kyoung Mo¹, Sun-Yung Ly², Sung-A Jegal² and Chang-Keun Sung[†]

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

¹Research and Development Center, DBIO Incorporation

²Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

Abstract

To investigate the effects of *Pichia anomala* SKM-T and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 on *Baechu kimchi* fermentation, lyophilized yeasts were added to *Baechu kimchi* and co-cultured at room temperature ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) for 7 days. Desirable pH and acidity levels appeared by 3 days of fermentation in both the control culture and that with added *G. geotrichum* SJM-59. Furthermore, the culture with *G. geotrichum* SJM-59 sustained a desirable pH and acidity level until 5 days of co-culture. The pH of the culture with *P. anomala* SKM-T decreased slowly, and was significantly higher than that of control throughout the experimental period. As fermentation time increased, the acidity of the culture with *P. anomala* SKM-T increased gradually. However, this culture maintained a desirable acidity level throughout the experiment. The number of lactic acid bacteria in the culture with *P. anomala* SKM-T was higher than in the culture with *G. geotrichum* SJM-59, or the control culture, throughout the experiment. The highest LA/TM ratio appeared after 3 days of fermentation in the control culture, and on the 5 day of the yeasts added co-cultures. On sensory evaluation, no differences were detected between control and the culture with *G. geotrichum* SJM-59 after 3 days of fermentation. The co-cultures with yeasts received high marks in umami taste. The co-culture with *P. anomala* SKM-T showed better texture properties than did the control culture. It was considered that fermentation times were delayed by addition of *G. geotrichum* SJM-59 or *P. anomala* SKM-T to *Baechu kimchi* fermentation.

Key words : *Pichia anomala* SKM-T, *Galactomyces geotrichum* SJM-59, *Baechu kimchi*, LA/TM ratio, sensory evaluation

서 론

1)

김치는 배추, 무 등의 채소를 소금에 절인 다음 고추, 마늘, 파 등의 부재료를 함께 버무려 담아 밀봉하여 일정 기간 동안 발효, 숙성시켜 먹는 음식이다. 김치 발효에는 약 200여 종의 미생물이 관여하며, 김치 발효과정 중 젖산균

의 과잉 증식은 산도 저하 및 연부 현상을 초래하는 것으로 알려져 있다(1). 따라서 미생물 증식을 조절하여 김치의 품질을 향상시키고자 하는 많은 연구가 진행되고 있다(1-3).

*Pichia anomala*는 코코아 가공시 초기 발효과정과 풍미 생성에 관여하는 것으로 알려져 있다(4,5). 또한 동남아시아의 전통 음식인 Tape, Ragi 및 Ruou can 등에서도 정상 발효 균주로 분리되었다(6-8). *Galactomyces geotrichum*은 fatty ester와 과일향을 생산하는 균주로 강한 지방분해능과

[†]Corresponding author. E-mail : kchsung@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-821-6722, Fax : 82-42-822-2287

단백질분해능을 갖고 있다(9). 이 균주는 Danish feta cheese, Muster cheese 및 Raclette cheese의 숙성 과정에 관여하는 것으로 보고되고 있다(10,11). 또한 이들 균주는 건강한 한국인 유아의 분변으로부터 분리동정되었고, 우수한 장내부착능 및 probiotic 특성을 보유하고 있는 것으로 보고되었다(12,13).

QPS (Qualified Presumption of Safety of microorganism in food and feed)란 GRAS (Generally Recognized As Safe)와 유사한 개념으로, 식품 및 사료 생산에 사용되는 미생물 균주 및 미생물을 이용한 생산품의 안전성을 평가하는 도구로 유럽에서 사용되고 있다(12). QPS에 의하면 *P. anomala*와 *G. geotrichum*은 전통적으로 사용되어온 안전한 균주이며, 이들 균주를 이용한 생산품 또한 안전한 것으로 알려져 있다(14). 특히, *P. anomala*는 biosafety class 1에 속하는 균주로, biosafety class 1 균주는 취급시 특별한 주의를 필요로 하지 않는다(15).

김치의 품질 특성은 발효 조건뿐만 아니라 첨가하는 starter에 의해서도 효과적으로 조절된다. 따라서 본 연구에서는 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59 균주를 새로운 김치 starter로 사용하기 위하여, 배추김치 제조시 이들 균주를 첨가한 후 배추김치의 품질특성을 측정하였다.

재료 및 방법

미생물 균주

Pichia anomala SKM-T와 *Galactomyces geotrichum* SJM-59은 본 연구팀에서 분리동정하였다(12). 효모는 potato dextrose agar (PDA)/broth (Difco, Detroit, MI, USA)에서 배양하여 (30°C), 효모가 대수기에 도달하였을 때 회수하였다. 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액을 제거하고, -70°C에서 24시간 동안 동결한 후 -40°C (0.1 Torr)에서 3일간 동결건조 (Vacuum Freeze Dryer, VFD0030-5085, Hanil Sci. Ind. Co., Incheon, Korea)하였다. 동결건조한 효모를 PDA에 도말하여 생존율 (viability)를 측정하였다. CFU (colony forming unit)를 기준으로 1×10^4 cfu/mL의 동결건조 효모를 배추김치 제조에 첨가하였다.

배추김치의 제조

배추를 2×3 cm의 크기로 잘라 15% (w/w) 소금물에 상온에서 2 시간 동안 절인 후 3회 세척하여 탈수하였다. 각 실험구당 절인 배추 100 g에 고춧가루 7 g, 쪽파 2.98 g, 마늘 1.7 g, 생강 0.92 g, 설탕 1.16 g, 소금 1.2 g, 까나리액젓 2 mL, 동결건조 효모 (1×10^4 cfu/mL)를 넣어 잘 버무린 후, 시료별로 비닐백 (PET/PPP)에 각각 담아 밀봉하였다. 제조한 배추김치는 실온 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 저장하였다 (Low

Temp. Incubator, LTI-1000SD, Eyela, Japan).

배추 등의 주재료는 2006년 10월 대전 오정동 농수산물 시장에서 구입하였고, 소금은 정제염인 한주소금을, 설탕은 백설탕 (삼양사)을, 까나리액젓은 대현수산 제품을 사용하였다.

pH 및 산도의 측정

배추김치 시료 (100 g 고형분과 김치 국물)를 균질화한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다 (4°C). 상등액에 활성탄 (10 g)을 넣어 5분간 vortexing한 후 8,000 rpm에서 30분간 원심분리하였다 (4°C). 이 과정을 2회 더 반복하여 맑은 상등액을 pH 및 산도 측정에 사용하였다. pH는 pH meter로 측정하였고, 적정산도는 0.1% phenolphthalein 용액이 분홍색으로 변하는 점까지 적정한 후 소비된 0.1 N NaOH 용액을 총산도 (lactic acid, %)로 나타내었다.

미생물 변화

총균수는 시료를 plate count agar (Difco)에 도말하여 30°C에서 3일간 배양하여 측정하였고, 젖산균은 MRS agar (Difco)에 도말하여 CO₂ jar fermenter (37°C)에서 48시간 동안 배양하였다. 효모는 potato dextrose agar (Difco)를 이용하여 생균수를 측정하였다 (24시간, 30°C). Coliform의 측정을 위해 VRBL (violet red bile lactose; Merck) 배지를 제조사의 방법에 따라 제조한 후, 35°C에서 24시간 동안 배양하였다. 미생물의 생균수 측정은 각 시료당 3회 반복하였다.

관능검사

배추김치의 맛에 익숙하도록 훈련된 관능검사요원에 의해 배추김치의 맛, 질감, 냄새 및 전체적인 수용도에 대해 9점 만점의 평점법으로 관능검사를 실시하였다. 9점에 가까울수록 좋고 0점에 가까울수록 안 좋은 것으로 하였다. 패널은 20~40세 사이의 남녀 12명으로 구성되었다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복하여 평균 \pm 표준편차 (SD)로 표기하였다. 통계분석은 95% 신뢰수준에서 일원배치분산분석법으로 시행하였고, 사후검정은 Fisher's protected least-significant differences로 하였다. 통계프로그램은 SPSS (ver. 12.0)를 이용하였다.

결과 및 고찰

pH와 적정산도

실온에서 7일간 저장한 배추 김치의 pH 및 산도의 변화는 Fig. 1과 같다. 모든 실험구에서 저장 기간이 증가할수록

pH의 감소와 산도의 증가가 관찰되었다. Fig. 1A에서와 같이 대조구와 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구의 경우, 저장 3일째에 pH 4.22~4.21의 바람직한 pH 수준(16)을 나타내었다. 대조구의 pH가 저장 5일째에 pH 4 이하로 계속 감소한 반면, *G. geotrichum* SJM-59 첨가구는 저장 5일째까지 최적의 pH 수준 (pH 4.11 ± 0.02)을 유지하였다. 이후 감소하여 저장 7일째에는 약 pH 3.52까지 감소하였으나 대조구보다는 유의적으로 높은 pH 수준을 나타내었다. *P. anomala* SKM-T 첨가구의 pH는 전 실험 기간 동안 대조구보다 유의적으로 높은 pH를 유지하였다.

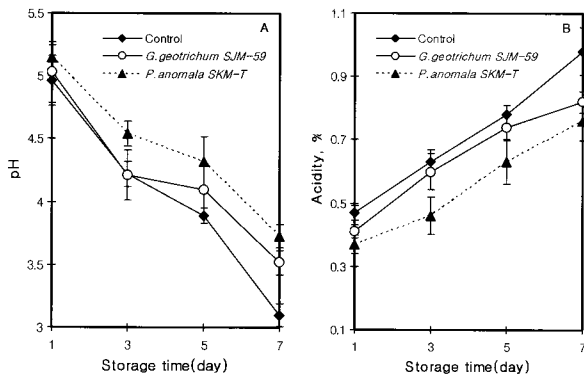


Fig. 1. Changes in pH and acidity during *Baechu kimchi* fermentation at room temperature (20 ± 2°C).

A: pH, B: acidity, p = 0.05.

김치의 맛 및 가식기간을 측정하는 지표인 산도는 0.4~0.75% (젖산)일 때가 최적이고, 0.75~1%는 숙성최종단계이며, 1%가 넘으면 먹을 수 없는 단계라고 알려져 있다(16). 실험 기간이 증가하면서 대조구의 산도가 계속하여 증가하여, 바람직한 산도는 저장 3~5일째에 관측되었다. 저장 7일째의 산도가 0.98 ± 0.021%임을 고려할 때, 대조구는 7일 이후에는 가식할 수 없을 것으로 사료되었다. *G. geotrichum* SJM-59 첨가구의 산도 증가는 저장 5일째까지 대조구와 유사하였으나, 저장 7일째에는 대조구보다 약 0.15% 낮은 산도를 나타내었다. 이와 대조적으로 *P. anomala* SKM-T 첨가구의 산도는 매우 느리게 증가하였고, 저장 7일까지 최적 산도를 유지하였다. 효모 첨가구, 특히 *P. anomala* SKM-T 첨가구에서 높은 pH와 낮은 산도를 나타낸 것은 젖산균 또는 *S. cerevisiae*를 이용하여 채소를 발효했을 때와 동일한 결과이었다(17,18).

미생물 변화

대조구와 효모첨가구의 젖산균 변화는 Fig. 2A와 같다. 대조구의 젖산균 수는 저장 3일까지 증가하고 그 후에 감소하였다. 효모첨가구의 젖산균 수는 저장 5일까지 서서히 증가한 후, 저장 7일째에 감소하였다. *P. anomala* SKM-T 첨가구의 젖산균 수가 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구보다

전 실험 기간 동안 유의적으로 높았다. 따라서 *P. anomala* SKM-T가 *G. geotrichum* SJM-59보다 김치 젖산균 증식을 촉진하는 것으로 사료되었다. 김치에서의 젖산균 증식은 pH의 감소에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(19), 이는 본 실험 결과와 일치하였다.

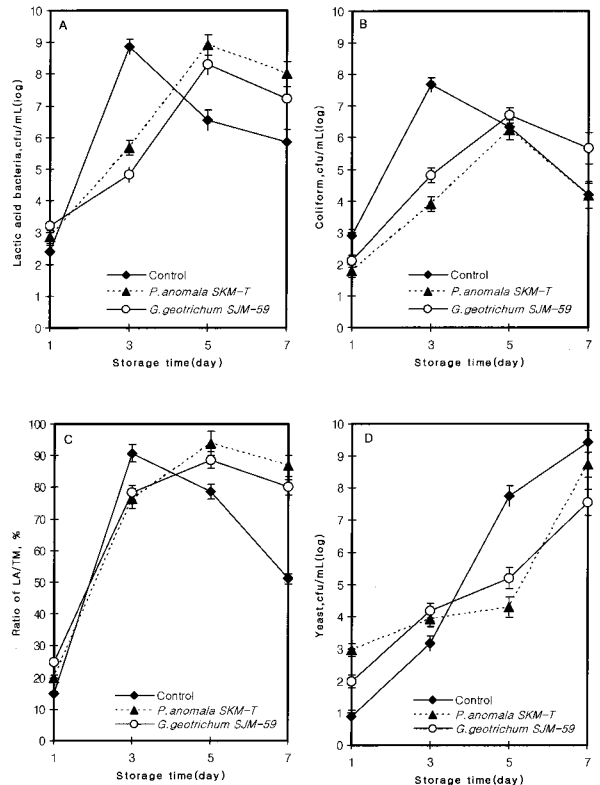


Fig. 2. Microfloral changes during *Baechu kimchi* fermentation at room temperature (20 ± 2°C).

A: changes of lactic acid bacteria, B: changes of coliform, C: ratio of lactic acid bacteria against to total microbes, D: changes of yeast, p = 0.05.

Fig. 2B에서와 같이 coliform은 저장 3일까지 모든 실험구에서 증가하였다. 대조구의 경우, 3일 이후 급격히 coliform의 수가 감소하였다. 이러한 감소 경향은 저장 기간이 증가하면서 생성된 과량의 산 (acid)에 의해 pH가 낮아져, pH 4 이하에서는 산에 민감한 coliform의 성장이 억제되었기 때문으로 사료되었다(3). 효모첨가구에서는 저장 5일째까지 coliform의 수가 증가한 후에 감소하였다. 이는 효모첨가구에서 김치의 숙성이 늦어져 pH 및 산도의 변화가 대조구보다 느리기 때문인 것으로 사료되었다.

효모를 첨가한 배추김치 숙성 중 젖산균 대 총균 (LA/TM)의 비율 변화는 Fig. 2C에 나타내었다. 김치의 발효 초기에는 *Enterobacter* 속, *Pseudomonas* 속 및 *Staphylococcus* 속 등의 성장이 증가하므로(20) 총균수도 증가하였다. 따라서 대조구의 경우 최적 숙성 단계인 저장 3일째에 가장 높은 LA/TM ratio를 나타내었고, 효모 첨가구는 저장 5일째

에 최고의 LA/TM ratio가 나타난 것으로 사료되었다.

배추김치 발효과정 중 효모의 변화는 Fig. 2D와 같다. Fig. 2D에서와 같이, 대조구는 김치가 숙성되면서 효모의 수도 급격히 증가하였다. 특히, 대조구의 경우 최적 숙성 기간 (3일)이 지나면서 효모의 수가 급격히 증가하였다. 이는 김치 발효 말기에 *Brettanomyces claussenii*, *Candida bogoriensis*, *C. cacaio*, *C. guilliermondii*, *Citeromyces matritensis*, *Kluyveromyces vaerona*, *Pichia membranaefaciens*, *Rhodotorula glutinis*, *Saccharomyces bayanus*, *S. cerevisiae*, *S. pretoriensis*, *S. italicus* 및 *Torulopsis salmanticensis* 등 다양한 종류의 효모가 분리동정된 결과(21-22)와 일치하는 것으로 사료되었다. 김치 발효 (최종 단계) 과정 동안 다량으로 생성된 효모에 의해 산막현상과 연화현상이 나타나므로, 효모수의 증가는 김치 품질의 저하를 의미하고 있다(21). 김치 발효 초기 효모수는 효모첨가구가 대조구보다 높았으나, 발효 과정이 진행될수록 대조구에서의 효모 수가 *P. anomala* SKM-T 또는 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구보다 유의적으로 높았다. 이는 효모 (*P. anomala* SKM-T 또는 *G. geotrichum* SJM-59) 첨가에 의해 김치 숙성이 지연되어 대조구에서의 효모 증가속도가 실험구보다 빠른 것으로 사료되었다.

관능검사

대조구 및 효모를 첨가한 배추 김치의 맛, 질감, 냄새 및 전체적인 수용도에 대해 9점 만점의 평점법으로 관능검사를 실시하였다. 저장 3일째의 관능검사 결과는 Fig. 3A와 같다. 저장 3일째는 대조구와 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구의 숙성 적기 (pH 4.22~4.21, 산도 0.63~0.60%)이고, *P. anomala* SKM-T 첨가구는 최적의 숙성에 도달하지 않은 상태 (Fig. 1)이었다. 따라서 전체적인 맛, 신맛, 톡쏘는 맛 등 김치의 숙성과 관련된 요인에서는 대조구와 *G. geotrichum* SJM-59에서 높은 점수를 나타내었으나, 배추 김치의 외관 및 냄새에서는 대조구 및 효모첨가구에서 차이를 나타내지 않았다. 감칠맛은 효모 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높은 점수를 보였다. 저장 5일째의 관능검사 결과는 Fig. 3B와 같다. 대조구의 경우, 매우 낮은 관능특성을 나타내었다. 이는 저장 5일째의 배추김치 품질 열화와 일치하는 결과이다. *G. geotrichum* SJM-59 첨가구는 냄새를 제외한 모든 측정 항목에서 저장 3일째보다 낮은 점수를 얻었다. *P. anomala* SKM-T 첨가구는 숙성이 진행되었으므로 대조구 또는 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구보다 유의적으로 높은 관능특성을 나타내었다. 특히 발효 전 기간 동안 김치의 질감을 좋은 상태로 유지시키는 것으로 사료되었다.

이상의 결과에서 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59의 첨가는 배추 김치의 발효를 지연시켜 shelf life를 연장시키는 효과가 있는 것으로 사료되었다. 대조구는 젓

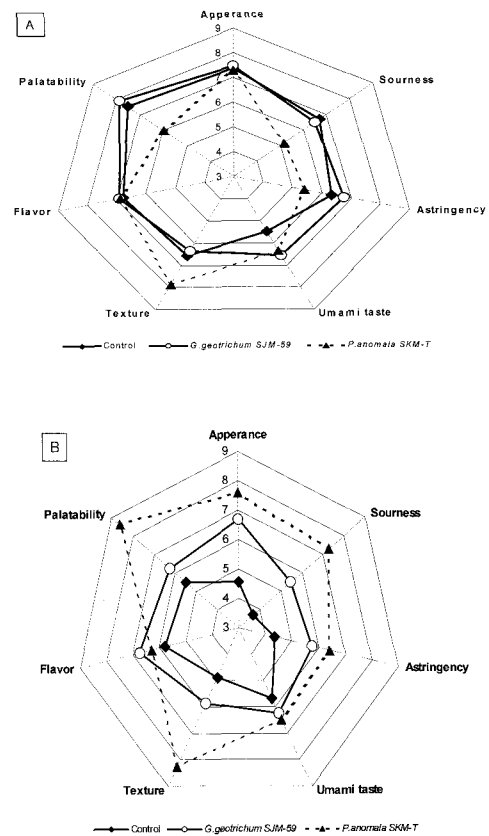


Fig. 3. Sensory evaluation of *Baechu kimchi* treating with *P. anomala* SKM-T and *G. geotrichum* SJM-59. A: On the 3 day of fermentation, B: On the 7 day of fermentation, $p = 0.05$.

산균을 비롯한 미생물의 과잉생산에 의해 저장기간이 증가됨과 더불어 시어지고 물러지는 것으로 나타났다. 이와는 대조적으로 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구에서는 김치 발효시의 최적 pH와 산도를 발효 중기 이후까지 유지하는 것으로 나타났다. 또한 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구의 LA/TA ratio는 발효 중기 이후 대조구보다 유의적으로 높은 수준을 유지하였다. LA/TA ratio가 높을수록 발효 품질이 우수하고 위생적으로 안전한 김치로 평가되고 있다(2, 21). 따라서 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59의 첨가는 김치의 품질을 위생적인 면에서도 향상시키는 것으로 사료되었다.

김치 starter는 발효 및 숙성 조건 (저온, 낮은 산도 및 혐기 상태)에서도 성장하거나 생존할 수 있어야 하며, 김치의 균내 (moldy odor)를 가릴 수 있는 향을 생성할 수 있어야 한다(22). 본 연구에서 사용된 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59는 상기 설명한 김치 발효 조건에서 생존할 수 있으며, 다량의 방향 성분을 생산하는 균주이다(22-23). 따라서 본 연구에서 살펴본 바와 같이 *P. anomala* SKM-T와 *G. geotrichum* SJM-59 균주는 김치의 가식 기간을 연장하는 것으로 사료되었다.

그러나 본 연구에서는 이러한 효과를 나타내는 특정 성

분이나 기전에 대한 검증을 하지 못하였다. 또한 실험에 사용한 효모와 배추 김치 발효의 관련성을 단시간에 분석하고자 실제적인 김치 저장/유통 온도보다 고온 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 실험을 수행하였다. 따라서 이들 균주가 김치의 shelf life를 연장시키는 기전 및 실제적인 저장/유통 온도에서의 품질 특성 변화에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

요 약

Pichia anomala SKM-T와 *Galactomyces geotrichum* SJM-59의 첨가가 배추 김치 발효에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 동결건조한 효모를 첨가하여 실온 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 7일간 저장하면서 김치의 품질을 측정하였다. 대조구와 *Galactomyces geotrichum* SJM-59는 저장 3일째에 최적의 pH와 산도를 나타내었다. *G. geotrichum* SJM-59 첨가구에서는 저장 5일째까지 적정 pH와 산도를 유지하였다. *P. anomala* SKM-T 첨가구의 pH는 서서히 감소하여 전 실험 기간동안 대조구보다 유의적으로 높은 pH를 나타내었다. *P. anomala* SKM-T 첨가구의 산도는 저장 기간이 증가할수록 처치히 증가하였으나, 전 실험기간 동안 적정 산도를 유지하였고, 대조구에 비하여 높은 젖산균 수를 나타내었다. 대조구에서는 저장 3일째에 최고의 LA/TM 비를 나타내었으나, 효모첨가구에서는 저장 5일째에 최고의 LA/TM 비를 나타내었다. 저장 3일째의 관능검사 결과, 대조구와 *G. geotrichum* SJM-59 첨가구 간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 효모첨가구는 감칠맛에서 높은 점수를 얻었다. *P. anomala* SKM-T 첨가구는 대조구보다 우수한 질감 특성을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, *G. geotrichum* SJM-59 또는 *P. anomala* SKM-T의 첨가는 배추 김치의 발효 기간을 지연시키는 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Ko, S.H., Kim, H.S., Jo, S.C., Cho, S.H., Park, W.S. and Lee, S.C. (2005) Evaluation of pH-sensitive eudragit E100 microcapsules containing nisin for controlling the ripening of *kimchi*. Food Sci. Biotechnol., 14, 358-362
2. Lee, M.Y., Lee, Y.K. and Kim, S.D. (2004) Additional effect of calcium acetates prepared from ash of black snail and vinegars on the quality of *Mul-kimchi*. Food Sci. Biotechnol., 13, 289-296
3. Kim, J.M., Song, K.Y., Kim, S.Y., Shin, W.C. and Yoon, S.S. (2004) Effect of eggshell powder on extending the shelf-life of *Mul-kimchi*. Food Sci. Biotechnol., 13, 136-140
4. Schwan, R.F. and Wheals, A. (2004) The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 44, 205 - 221
5. Schwan, R.F., Rose, A.H. and Board, R.G. (1995) Microbial fermentation of cocoa beans, with emphasis on enzymatic degradation of the pulp. J. Appl. Bacteriol. Symp. Supp., 79, 96S-107S
6. Djien, K.S. (1972) Tape fermentation. Appl. Microbiol., 23, 976-978
7. Saono, S. and Karjadi, D. (1982) Microflora of Ragi, its compositions and as a source of industrial yeasts: Traditional food fermentation as industrial resources in ASCA countries. Saono S, Winarno FG, Karjadi D (eds). The Indonesian institute of sciences (LIPI), Jakarta, Indonesia, p.241-250
8. Thanh, H.P., Thouc, T.L., Ino, H. and Kosaki, M. (1999) Ruou can (tube wine) in Vietnam: Proceeding of international conference Asian network on microbial research. November 28 - December 2, International conference on Asian network on microbial research, Chiiang Mai, Thialand, p.520-528
9. Daigle, P., Gélinas, P., Leblanc, D. and Morin, A. (1999) Production of aroma compounds by *Geotrichum candidum* on waste bread crumb. Food Microbiol., 16, 517-522
10. Westall, S. and Filtenborg, O. (1998) Yeast occurrence in Danish feta cheese. Food Micorbiol., 15, 215-222
11. Wyder, M.T., Bachmann, H.P. and Puhan, Z. (1999) Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in foil wrapped Raclette cheese. LWT-Food Sci. Technol., 32, 333-343
12. Mo, E.K., Lee, J.H., Xu, B.J. and Sung, C.K. (2004) Identification of yeasts from Korean feces and prerequisite characterization for preparation of probiotics. Food Sci. Biotechnol., 13, 63-70
13. Mo, E.H. and Sung, C.K. (2005) Surface characteristics and adhesive properties of *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 for preparation of probiotics. Food Sci. Biotechnol., 14, 493-497
14. European Food Safety Authority (EFSA). (2004) EFSA scientific colloquium summary report (QPS; Qulified Presumption of Safety of microorganisms in food and feed): EFSA scientific colloquium. December 13-14, EFSA, Brussels, Belgium, p.95-96
15. De Hoog, G.S. (1996) Risk assessment of fungi reported

- from humans and animals. *Mycoses*, 39, 407-417
16. Lee, Y.H. and Yang, I.W. (1970) Studies on the packaging and preservation of *kimchi*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 13, 207-218
 17. Cheigh, H.S., Kim, H.Y., Yeo, K.M. and Kim, B.N. (1998) Fermentation aspects of fruit-vegetable juice by mixed cultures of lactic acid bacteria isolated from *kimchi* and yeast. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 1059-1064
 18. Kim, S.D., Kim, K.H. and Oh, Y.A. (1999) Effects of yeast addition during salting and preparation on fermentation of *kimchi*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 1077-1085
 19. Kim, S.D. and Kim, M.H. (2003) Calcium lactate affects shelf-life and firmness of *kimchi*. *Food Sci. Biotechnol.*, 12, 497-503
 20. Choi, K.C. (1978) Studies on the yeasts isolated from *kimchi*. *Korean J. Microbiol.*, 16, 1-10
 21. Lee, S.H., Park, N.Y. and Choi, W.J. (1999) Changes of the lactic acid bacteria and selective inhibitory substances against homo and hetero lactic acid bacteria isolated from *kimchi*. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 27, 410-414
 22. Kim, H.J., Kang, S.M. and Yang, C.B. (1997) Effects of yeast addition as starter on fermentation of *Kimchi*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 790-799
 23. Mo, E.K., Kang, H.J., Lee, C.T., Xu, B.J., Kim, J.H., Wang, Q.J., Kim, J.C. and Sung, C.K. (2003) Identification of Phenylethyl alcohol and other flavor volatile compounds from Yeasts, *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 13, 800-808
-
- (접수 2006년 10월 16일, 채택 2007년 1월 19일)