

## 배추김치의 표준화 연구

조은주 · 이선미 · 이숙희 · 박건영

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

## Studies on the Standardization of Chinese Cabbage Kimchi

Eun-Ju Cho, Seon-Mi Lee, Sook-Hee Rhee and Kun-Young Park

Department of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute, Pusan National University

### Abstract

In order to standardize the chinese cabbage *kimchi*, the preparation method, kinds of ingredients and levels of the ingredients were determined by the statistical survey of literatures obtained from cooking books, scientific papers and *kimchi* manufacturing factory. The standardized ingredient kinds and ratio of chinese cabbage *kimchi* were  $13.0 \pm 7.0$  of radish,  $2.0 \pm 0.5$  of green onion,  $3.5 \pm 0.8$  or  $2.5 \pm 0.3$  of red pepper powder,  $1.4 \pm 0.4$  of garlic,  $0.6 \pm 0.3$  of ginger,  $2.2 \pm 1.6$  of anchovy juice, and  $1.0 \pm 0.3$  of sugar in the proportion of 100 salted chinese cabbage, and the final salt concentration was adjusted to 2.7% using salt. Red pepper powder level was quite different from the literature sources, so sensory evaluation, chemical properties and antimutagenic effect and growth inhibitory effect on human cancer cells of the *kimchi* samples were studied to decide the proper ratio of the red pepper powder as an ingredient. Red pepper powder 3.5% (average level for *kimchi* manufacturing factory) added *kimchi* was better in quality than red pepper powder 2.5% (average level for cooking books and scientific papers) added *kimchi* in sensory evaluation and chemical properties. The juice of red pepper powder 3.5% added *kimchi* showed not only the stronger antimutagenicity against aflatoxin B<sub>1</sub> in *Salmonella typhimurium* TA100 but also the higher inhibitory effect on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells in SRB assay than that of red pepper powder 2.5% added *kimchi*. In conclusion, the standardized ratio of the ingredients was 13.0 radish, 2.0 green onion, 3.5 red pepper powder, 1.4 garlic, 0.6 ginger, 2.2 anchovy juice, 1.0 sugar, and 2.7 final salt concentration in the proportion of 100 salted chinese cabbage.

Key words: chinese cabbage *kimchi*, standardization, ingredient kinds and ratio, red pepper powder

### 서 론

김치는 우리나라 전통식품으로 한국인의 식생활에 있어서 중요한 위치를 차지할 뿐만 아니라 점차 세계적인 식품으로 인식되고 있다. 특히 배추김치는 배추를 주재료로 하여 소금으로 절이고 무, 파, 갓, 미나리 등의 부재료와 마늘, 생강, 젓갈, 고춧가루 등의 양념을 첨가하여 발효시킴으로써 유기산의 신선미, 야채 특유의 조작감, 각종 향신료에 의한 풍미와 조화를 이루어 우리 고유의 음식으로 전승되어 왔다.

김치의 역사는 삼국사기와 삼국지위지 동이전에서 삼국시대에 채소를 먹었고 식품발효기술이 뛰어났다는 기록으로 보아 채소를 절여 먹었음을 알 수 있으며,

고려 중엽 이규보의 동국이상국집증에서 가포육영이라는 시편에 장아찌와 김치를 가리키는 구절이 있으며, 조선시대에 편찬된 규합총서에 우리나라 김치류의 상세한 제조법이 나와있다. 고추의 전래는 1600년 초이며 규합총서에서도 고추를 저며 양념을 섞어 넣는다고 쓰고 있으나 조선중기 이후에 비로서 고추를 넣은 매운 김치를 만들었다<sup>(1,2)</sup>.

이 같은 전통을 가진 김치의 종류 및 담금방법은 지역에 따라 다르고 시대 및 계절환경에 따라 영향을 받는다. 김치의 맛은 소금절임과 부재료의 조화된 맛에 의해 좌우되며, 김치의 독특한 관능적 품질로 인정되고 있는 맵고 그리고 신 자극적인 맛을 잘 조화시켜 우리나라를 대표할 수 있는 김치로서의 특성을 살리면서 맛과 풍미면에서 재현성있는 김치를 얻기 위해서는 김치 담금방법의 표준화 작업이 요구된다. 지금 까지 김치의 표준화에 관한 연구로는 주부들을 대상

Corresponding author: Kun-Young Park, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, 30 Jang Jun-dong, Keum Jung-Gu, Pusan 609-735, Korea

으로 김장시 사용하는 재료, 식염농도, 숙성장소 등에 대한 설문을 고찰한 것과 김치의 종류별 사용재료와 사용량에 대한 최적 혼합비율을 얻기 위하여 배추김치의 부재료 혼합에 대한 모델화 연구 등이 있으나<sup>(3,4)</sup>, 보편적이고 과학적이며 재현성있는 김치 및 관능적으로 우수할 뿐만 아니라 기능성이 뛰어난 김치를 얻기 위한 김치의 표준화 연구는 미흡한 실정이다.

또한 김치는 비타민과 무기질이 풍부하고 발효과정 중 유기산의 생성, 그리고 항암 영양소로 알려진 비타민 C,  $\beta$ -carotene, flavonoid, chlorophyll, 젖산균 등에 의한 암 예방 및 항암효과 뿐만 아니라 항산화, 면역증강 효과, 변비예방효과 등이 보고되고 있어 훌륭한 기능성 식품으로 대두되고 있다<sup>(5-11)</sup>. Park<sup>(10)</sup>은 배추 김치의 추출물 및 재료인 마늘, 고춧가루 그리고 발효과정 중 생성된 젖산균은 항돌연변이성 및 항암활성이 있다고 보고 하였으며, 이 기능을 더욱 더 증진시키면 활성이 뛰어난 암예방 김치의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 김치의 대표가 되는 배추김치의 표준화를 먼저 한 다음 암예방 및 여러 기능성을 증진시킨 김치를 개발하기 위해 각종 조리서 및 관련 문헌과 김치공장에서의 담금방법의 자료를 이용하여 이를 체계적으로 분류하고 담금방법과 첨가되는 각종 부재료의 종류 및 양을 결정하여 문헌에 의한 배추김치의 표준화를 연구하였다. 한편 문헌으로부터 차이가 두드러진 고춧가루의 농도를 결정하기 위해 관능검사와 이화학적 실험을 행하였고 항돌연변이 및 암세포 실험을 통해 기능성을 검토하여 고춧가루의 농도를 정하였다.

## 재료 및 방법

### 문헌에 의한 배추김치의 표준화

조리서<sup>(12-21)</sup>와 관련 문헌<sup>(22-30)</sup> 및 김치공장<sup>(31)</sup>에서 얻어진 자료를 이용하여 배추김치 담금방법과 이 때 사용되어지는 재료의 종류와 양을 표준화하였다. 배추김치의 재료 및 분량에 대한 표준화를 위하여 계량기구를 사용하여 재료의 분량을 측정하였으며, 조리서, 문헌 및 김치공장에서의 명시된 재료량은 목측량을 중량으로 환산할 수 있도록 재료에 대한 중량 환산표(배추 1포기 2.5 kg; 마늘 1통 30 g, 1 Table spoon (TS) 13 g; 고춧가루 1 Cup (C) 105 g, 1 TS 8 g, 1 tea spoon (ts) 2 g; 멸치액젓 1 C 210 g; 생강 1통 30 g; 무 1개 1 kg; 파 1단 500 g; 설탕 1 TS 15 g, 1 ts 5 g; 굵은 소금 1 C 165 g, 1 TS 14 g, 1 ts 4 g; 가는 소금 1 C 210 g, 1 TS 12 g, 1 ts 4 g)를 작성하여 정확한 중량치를 얻었다.

조리서 및 관련 문헌과 김치공장으로부터의 각각 20개의 자료를 통해 사용빈도가 50%이하인 부재료는 표준화과정에서 제외하였다. 부재료의 표준값을 구하는데에는 일련의 배합비들중 가장 사용빈도가 많은 배합비를 표준값(최빈값)으로 사용할 수도 있고, 모든 값의 평균(산술평균)을 이용할 수도 있으나, 이들 값을 대표할 수 있는 표준값을 구하는 가장 적절한 통계적인 방법인 환산된 부재료의 값중 최대값과 최소값을 제외하고 나머지 값들에 대한 평균값(trim mean)을 표준값으로 하였고 이들에 대한 표준편차를 구하였다.

### 고춧가루 농도의 표준화

문헌에 의해 재료 배합비를 표준화한 결과 고춧가루의 배합비는 각종 조리서 및 관련 문헌과 김치공장에서의 값에 차이를 보여 고춧가루의 농도를 2.5% (조리서 및 관련논문에서의 표준값)와 3.5% (김치공장에서의 표준값)로 달리하여 배추김치를 담근 후 관능검사와 이화학적 실험 및 기능성 실험(항돌연변이와 암세포 성장 억제 효과실험)을 실시하여 적절한 고춧가루의 농도를 결정하였다.

### 재료의 선정 및 김치발효

배추김치의 표준화를 위해 사용되어진 재료는 가장 일반적이고 구하기 쉬운 것을 구입하였다. 배추는 가락신1호, 고춧가루는 영양 태양초, 젓갈은 청정멸치액젓{(주)미원}, 소금은 천일염{(주)우일염업}을 사용하였으며, 이외 무, 파, 마늘, 생강은 부산 부전시장에서 구입하였다. 배추김치는 문헌에 의한 표준화한 방법으로 담구었는데 배추는 10% 소금물에서 10시간 절이고, 절인 배추는 수도물로 3회 씻고 3시간 동안 물기를 뺀다(양념의 고른 배합을 위해 가로, 세로 3 cm로 썰음). 무와 파는 채 썰고 무채에 고춧가루 갠 것을 넣어서 버무린 다음 멸치액젓을 넣고, 파, 마늘, 생강을 고루 섞었다. 또 재료배합비는 절인배추 100에 대해 무 13.0, 파 2.0, 마늘 1.4, 생강 0.6, 멸치액젓 2.2, 설탕 1.0으로 하고 소금으로 최종염도는 27%로 조절하였다. 고춧가루의 배합비만 2.5%와 3.5%로 달리하여 담근후 유리로 된 pint jar에 넣어 15°C에서 0, 2, 4, 6, 8, 10일간 김치를 발효시켰다.

### 관능검사

반복된 랜덤화 완전 블럭 계획(replicated randomized complete block design)<sup>(32)</sup>에 따라서 훈련된 8명의 관능요원이 1회에 3가지 시료를 평가하게 하고 이를 4회 반복 실시하였다. 묘사항목은 주관적인 평가로 종

합적인 외관(appearance), 냄새(overall smell), 향미(overall flavor), 질감(overall chewiness)으로 평가하고, 1에서 9까지로 분류한 등급을 사용하여 평가하였으며, 1에 가까울수록 극도로 좋고, 9에 가까울수록 극도로 싫은 것으로 나타내었다. 또 객관적인 평가로는 후각적 지각인 신내(sour smell), 군덕내(moldy smell), 뜻내(green smell)와 미각적 지각인 신맛(sour flavor), 군덕맛(moldy flavor), 데익은 맛(green flavor) 그리고 질감으로 경도(hardness)을 평가하였으며, 그 정도는 1에 가까울수록 감지 불가능하고, 9에 가까울수록 극도로 강하게 감지하는 것으로 나타내었다. 후각적 지각으로는 코로 감지되는 것으로 평가하였고, 미각적 지각은 여러차례 어금니로 씹은 후 입과 코로 감지되는 것으로 평가하였으며, 경도는 앞니를 사용하여 섬유질과 동일한 방향으로 2~3회 씹는데 드는 힘의 정도로 평가하였다. 이때 신내와 신맛은 산에 의해 나타나는 감각, 뜻내와 데익은 맛은 초록색 풀에서 나는 쓴맛이나 수렴성을 연상케하는 정도, 군덕내와 군덕맛은 오래된 김치에서 나는 불쾌한 정도로 정의하였다.

#### 이화학적실험

pH 측정: pH는 pH meter (Corning 220, USA)로 실온에서 측정하였다.

환원당 함량 측정: 김치의 환원당은 Schrotol법<sup>(33)</sup>으로 측정하였다. 즉 시료액 25 mL, CuSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 10 mL, Rochell염 용액 10 mL, 중류수 5 mL를 삼각플라스크에 넣고 끊기 시작할때 부터 2~3분 가열한 후 급히 냉각하고 실온정도로 식으면 30% KI 10 mL, 25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 mL을 동시에 넣은 후 잘 혼합해서 0.1 N Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 적정하였다. 적정 색깔이 짙은 황색이 되면 녹말지시약 3~4방울을 가하여 청색이 없어지는 점을 종알점으로 한다.

*Leuconostoc*속 젖산균수와 *Lactobacillus*속 젖산균수의 측정: 평판계수법(plate count technique)을 이용하였으며, 시료액 1 mL를 멸균수로 단계적으로 10<sup>-1</sup>~10<sup>-7</sup>까지 희석하여 각 희석액 중 0.1 mL씩을 미리 가열 용해하여 43~45°C로 냉각한 선택배지 10 mL에 넣고 혼합한 후 petri dish에 평판을 만들고 incubator에서 배양하여 나타난 colony의 수를 계수하였다. *Leuconostoc* 선택배지로 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium (PES medium)를 사용하여 20°C에서 5일간 배양하였다<sup>(34)</sup>. *Lactobacillus* 배지는 *Lactobacillus* selection medium (LBS medium)에 *Pediococcus*의 생육을 억제하기 위하여 acetic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified

LBS agar medium (m-LBS medium)를 사용하여 30°C에서 3일간 배양하였다.

#### 항돌연변이 및 *in vitro* 항암 기능성 실험

시료의 증액준비: 녹즙기(엔젤라이프사)를 사용하여 증액부분을 모은 뒤 4°C, 9000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상동액을 채취한 후, milipore filter (0.45 μm)로 여과 멸균한 후 사용하였다.

*Salmonella* 실험계를 이용한 항돌연변이 실험: *Salmonella typhimurium* TA100은 *Salmonella typhimurium* LT-2의 histidine auxotroph로서 미국 California대학의 B.N. Ames박사로부터 제공받아 정기적으로 histidine 요구성, deep rough (*rfa*) 돌연변이, *uvrB* 돌연변이, R factor 등의 유전형질을 확인하면서 실험에 사용하였으며, 돌연변이 유발물질로는 aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>)을 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹여 실험에 사용하였다. AFB<sub>1</sub>는 활성화시키기 위하여 Maron과 Ames의 방법<sup>(35)</sup>에 따라 S9 mixture를 첨가하였다. S9 mixture는 쥐의 간으로부터 얻은 S9 fraction 10%에 MgCl-KCl salts (2%), 1 M glucose-6-phosphate (0.5%), 1 M NADP (4%), 0.2 M phosphate buffer (pH 7.4) 및 멸균수를 혼합하여 S9 mixture를 조제하였다. 항돌연변이 실험은 preincubation mutagenicity test<sup>(36)</sup>를 이용하였다. 미리 전열 멸균시킨 glass cap tube에 S9 mixture 0.5 mL, 하룻밤 배양된 균주 0.1 mL (1~2×10<sup>9</sup> cells/mL)와 AFB<sub>1</sub> 50 μL을 가한후 시료를 200 μL씩 가하여 37°C에서 20분간 예비배양한 다음 histidine/biotin이 첨가된 top agar (45°C) 2 mL씩을 가하고 3초간 vortex하여 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 복귀돌연변이 숫자를 계수하였다. 실험에 사용된 시료의 균주에 대한 독성실험을 실시하여, 독성이 나타나지 않는 범위에서 시료의 농도를 결정하였으며, 돌연변이 억제효과의 정도(inhibition rate)는 아래식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition rate (\%)} = 100 \times [(a-b)/(a-c)]$$

여기서 a는 돌연변이원에 의해 유도된 복귀돌연변이원수, b는 시료를 처리하였을 때의 복귀돌연변이의 수이며, c는 돌연변이원과 시료가 없을 경우의 자연복귀돌연변이원의 수이다.

SRB assay를 이용한 암세포 성장 억제 효과 실험: SRB assay는 최근 항암제 검색에 널리 이용되는 방법으로 생존세포의 단백질을 sulforhodamine B (SRB)로 염색하여 흡광도를 측정함으로써 생존세포수를 알 수

있는 방법이다<sup>(3)</sup>. 인체 위암세포인 AGS를 한국 세포주은행(KCLB)으로부터 분양받아 100 units/mL의 penicillin-streptomycin과 10%의 fecal bovine serum<sup>(4)</sup> 함유된 DMEM (Dulbecco's Modified Eagle's Medium)을 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 배양하였다. 암세포는 일주일에 2~3회 refedding하고 6~7일 만에 PBS로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리하여 splitting하면서 실험에 사용하였다. 배양된 암세포를 96 well plate에 40,000 cells/mL<sup>(5)</sup> 되도록 seeding하고 24시간 배양후 세포가 plate에 부착되면 김치 즙액을 첨가한 후 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 배양하였다. 이 때 blank에는 시료와 10% FBS를 함유한 배지만 넣고 대조군에는 세포와 시료 대신에 멸균수를 첨가하였다. 배양 48시간 후에 배지를 제거하고 PBS로 한번 씻은 후 50% TCA를 첨가하여 4°C에서 냉장 방치하였다. 1시간 후 TCA를 제거하고 중류수로 5번 씻고 실온에서 전조시킨 후 0.4% sulforhodamine B 100 μL 첨가해서 30분 동안 염색시켰다. 1% acetic acid로 5번 씻은 다음 실온에서 전조시키고 0.01 M tris base 150 μL를 첨가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 문헌에 의한 배추 김치의 표준화

조리서<sup>(12,21)</sup>와 관련 문헌<sup>(22,30)</sup> 및 김치공장<sup>(31)</sup>에서 사용되어지는 다양한 재료중 사용빈도가 50%이상인 부재료로는 무와 파, 양념류로는 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈, 설탕으로 나타났다. 이외에도 부재료로 갓, 미나리, 굴, 살고추, 동태, 청각, 당근, 찹쌀풀, 통깨 등을 배추김치 담금시 사용하는 것으로 나타났고, 특히 이들 부재료는 조리서의 경우에 있어서는 50%이상의 사용빈도를 보였으나, 논문 등의 관련문헌과 김치공장의 경우는 거의 사용되어지지 않는 부재료였으므로, 배추김치의 표준화를 위한 부재료에는 포함시키지 않았다. 드물게는 배, 밤, 사과, 갈치 등도 배추 김치의 부재료로 이용하는 경우도 있었다. 또 배추김치에 사용되어지는 부재료의 종류는 지역적인 차이를 보이는데 이는 선호하는 배추김치의 맛이 각각 다르기 때문으로 여겨지며, 경상도와 전라도의 경우는 매운 김치를 즐겨 먹고 서울과 충청도에서는 담백하고 새콤하며, 짜지도 맵지도 않은 맛을 선호하며, 제주도에서의 배추김치는 조기양념의 맛이 특징적이다. 이러한 지역적인 차이를 고려하고 우리나라를 대표할 수 있는 표준화 배추김치의 재료로는 무, 파, 마늘, 생강, 젓갈,

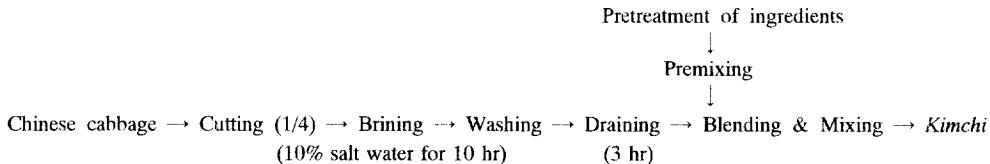
Table 1. Standardized ingredients ratio of chinese cabbage kimchi from literatures

Ingredients	Weight (g)
Chinese cabbage	100.0
Red pepper powder	2.5, 3.5
Crushed garlic	1.4
Crushed ginger	0.6
Anchovy juice	2.2
Sugar	1.0
Radish	13.0
Green onion	2.0
Final salt concentration	2.7

설탕인 것으로 나타났으며 이들 재료비합비의 표준값은 Table 1에 나타내었다.

조리서 및 각종문헌과 김치공장에서 얻어진 각각 20개씩의 자료중 최대값과 최소값을 제외하고 평균값을 구하고 이들사이의 표준편차를 구하였으며, 이 값을 문헌에 입각한 배추김치의 표준화를 위한 표준값으로 하였다. 즉 배추김치에 사용되는 재료의 배합비(가식부)는 절인 배추 100에 대해 무 13.0±7.0, 파 2.0±0.5, 마늘 1.4±0.4, 생강 0.6±0.3, 젓갈 2.2±1.6, 설탕 1.0±0.3이었으며, 고춧가루는 조리서를 비롯한 각종 문헌의 경우와 김치공장에서의 배합비에 큰 차이를 보여 각각 2.5±0.3과 3.5±0.8로 나타났다.

표준화를 위해 선별된 재료는 배추는 김장용 배추로 좋다고 알려진 포합성 결구배추인 가락 신1호를 사용하였고, 푸른 잎이 많고 껍질은 얇으며, 단단하고 잎이 밀착되어 있는 중간크기의 약 2.5 kg의 배추를 이용하였다. 김치 담금을 위한 소금은 크게 천일염과 정제염으로 나누는데 천일염은 해수를 모아 태양열과 바람을 이용해 수분을 증발시켜 염의 결정을 얻은 것으로, 절임류를 담글 때에는 정제염보다 천일염이 좋다<sup>(32)</sup>고 알려져 있어 배추 김치의 표준화를 위한 소금의 종류로는 천일염을 이용하였다. 또 젓갈의 종류는 원료에 따라 30여종이 있고, 배추김치에 주로 이용되는 젓갈의 종류로는 멸치젓, 새우젓, 굴젓, 조개젓, 명란젓, 오징어젓 등을 들 수 있으며, 이중 멸치젓과 새우젓이 가장 많이 이용되며 지역에 따른 차이도 있어 경상도와 전라남도에서는 주로 멸치젓을 사용하고 전라북도에서는 새우젓을 사용한다. 젓갈은 생선이나 어패류가 잘 삭은 것을 걸러서 사용하면 좋으나 최근에는 김치공장에서 뿐만 아니라 가정에서도 걸러진 액젓을 더 많이 사용하므로 표준화를 위한 젓갈로는 멸치액젓을 이용하였다. 이 외의 재료중 고춧가루는 색택이 선명하고 윤기가 있는 영양태양초를 사용하였고, 마늘은 크기가 균일한 육쪽 마늘을 사용하였으며,



**Fig. 1.** The standardized diagram for preparation of chinese cabbage kimchi.

생강은 발이 굵고 넓으며 크기와 모양이 일정한 것을 선택하였다.

배추김치의 최빈 담금방법을 표준화에 사용되어진 문헌<sup>[12-31]</sup>을 분석하여 얻은 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 배추는 밀동을 다듬고 칼집을 포기의 반 혹은 4등분을 넣고 쪼개어 10% 소금물에서 10시간 절이고, 절인 배추는 수도물로 3회 씻고 3시간 동안 물기를 뺀다. 무와 파는 채 썰고 무채에 고춧가루 쟁 것을 넣어서 버무린 다음 멸치액젓을 넣고, 파, 마늘, 생강을 고루 섞은 후 염도는 소금으로 2.7%로 조절하여 양념을 골고루 배추잎과 배추잎 사이에 켜켜로 넣는다. 이 때 소금절임에 있어서 소금을 직접 뿌리거나 소금물에 담궈 두어 배추를 절이는 방법이 있으나, 주로 소금물로 절이는 방법이 사용되고, 절이는 소금물의 농도는 8~12%, 절이는 시간은 온도에 의해 영향을 받는데, 작업장의 온도 15°C를 기준으로 하였을 때 보통 10% 소금물에서 10시간 정도 절이는 것이 가장 보편적이고 일반적인 방법이었다. 또한 최종염도는 조리서를 비롯한 각종문헌은 2.5%였고, 김치공장의 경우 3.0%였으며, 문헌에 의한 표준화 방법으로 배추김치를 담글 시의 염도는 2.7%로 나타났다.

## 고춧가루 농도의 표준화

관능검사: 문헌<sup>(12-31)</sup>을 통한 재료종류 및 배합비를 과학적인 방법으로 분석하여 선정한 표준화 배추김치에 대해 관능검사를 실시하였다. 발효기간 0, 2, 4, 6, 8, 10일 째의 김치중 4일째가 종합적인 평가에서 가장 좋았고, 바람직하지 못한 냄새와 향미인 군더내, 군더맛이 적게 감지되었으며, 풋내와 덜익은 맛은 거의 감지되지 않았고, 경도는 적당하여 배추김치의 사각사각함을 느낄 수 있을 정도로 나타났다. Fig. 2는 고춧가루 농도를 2.5% (조리서 및 관련문헌의 표준값)와 3.5% (김치공장에서의 표준값)로 달리한 표준화 배추김치를 발효기간 중 담금초기의 생김치인 0일째 김치와 가장 잘 숙성된 4일째 김치와 과숙김치인 10일째 김치에 대한 관능검사 결과를 QDA (quantitative descriptive analysis) profile로 나타내었다. 담금초기의 김치는 종합적인 평가에 있어서는 좋았으나 풋내, 덜익은 맛이

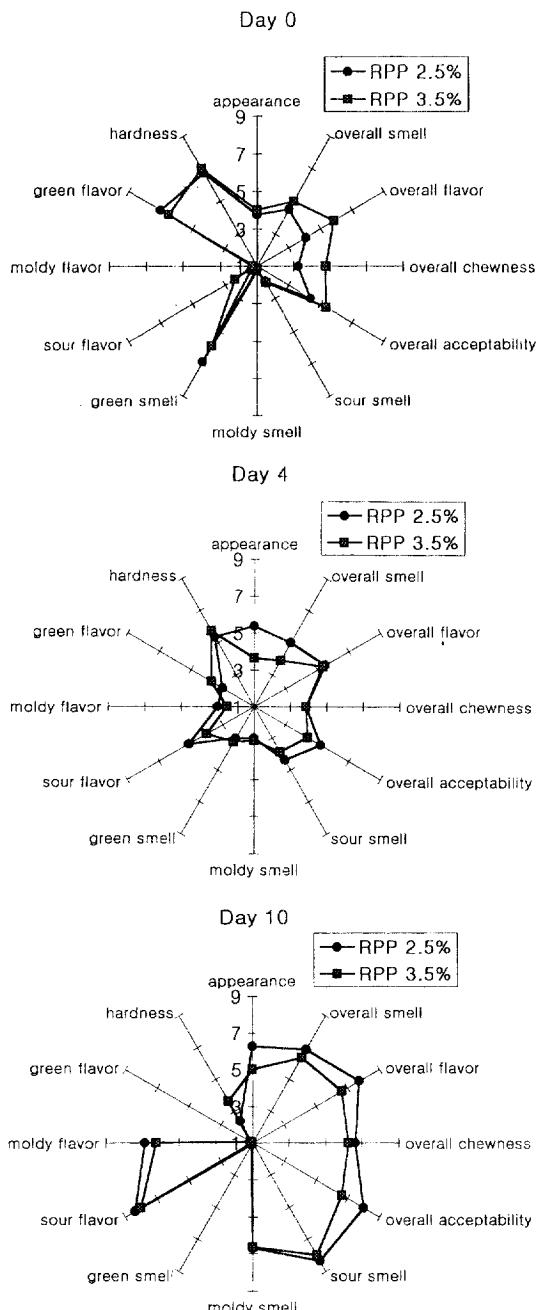
강하게 느껴졌으며, 경도도 높게 나타났다. 반면 가장 잘 숙성된 발효 4일째 김치는 종합적인 평가에서도 좋았고 군덕내, 군덕맛은 적게 감지되었으며, 풋내와 덜 익은 맛은 거의 감지할 수 없었으며, 신내, 신맛 및 경도도 적당하여 배추김치의 사각사각함을 잘 느낄 수 있는 것으로 나타났다. 과숙한 김치인 발효 10일째 김치는 주관적인 평가에 있어서도 좋지 않았고 신내와 신맛 뿐만 아니라 군덕내, 군덕맛이 강하게 감지되었으며, 김치의 질감은 물려지는 것으로 나타났다.

한편 고춧가루의 농도는 2.5% 첨가시보다 3.5% 첨가시가 담금직후의 김치를 제외하고는 주관적인 평가에서 좋았고 바람직하지 못한 냄새인 군더내도 져게 감지되어 관능적으로 보다 우수하였음을 알수 있었다.

문현을 통한 표준화 배추김치는 관능적으로 비교적 우수하였고, 적당히 숙성된 발효 4일 째 김치가 가장 관능적으로 우수하였으며, 재료 배합비에 있어서 문현에 따라 큰 차이를 보인 고춧가루의 배합비는 3.5% 가 2.5%보다 적절한 것으로 나타났다.

이화학적 실험: 고춧가루 배합비가 다른 2가지 표준화 김치의 발효기간에 따른 환원당 함량 및 pH, *Leuconostoc*속과 *Lactobacillus*속 젖산균수의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 환원당의 함량은 감소하였으며, 고춧가루의 배합비는 3.5%일 때가 2.5%일 때에 비해 잔존 환원당 함량은 높게 나타났다. 또 발효가 진행됨에 따라 pH는 감소하였고, 발효 진행에 따른 pH의 감소 현상은 미생물, 당함량, 소금 농도 등에 의해 영향을 받는다. 담금 직후의 생김치는 pH 5.6을 나타내다가 발효 10일째는 3.7로 감소하였다. 특히 관능적으로 가장 우수한 발효 4일째, 3.5%의 고춧가루를 첨가한 표준화 김치의 경우 pH는 4.21이었으며, 이는 김치의 맛이 가장 좋은 적숙기에서 pH는 4.2라는 다른 결과<sup>(39)</sup>와도 일치하는 것이었다. 특히 고춧가루 3.5% 첨가김치가 2.5% 첨가김치보다 잔존 당 함량도 많았고 pH도 서서히 감소되어 저장성 면에서 우수하다 하겠다.

김치 발효의 초기와 익었을 때 이상젖산균인 *Leuconostoc*속은 초기부터 급격히 증가하여 관능적으로 가장 우수한 발효 4일째 김치의 경우 최고치에 도달한



**Fig. 2. QDA profile of Chinese cabbage kimchi<sup>(1)</sup> fermented with different ratio of red pepper powder (RPP) at 15°C.** <sup>(1)</sup>The ratio of ingredients and fermentation method are shown in methods and materials. Sensory characteristics rated on 9-point scale; 1-extremely good, 9-extremely bad in subjective evaluations(appearance, overall smell, overall flavor, overall chewness and overall acceptability), and 1-extremely strong, 9-extremely weak in objective evaluations (sour smell, moldy smell, green smell, sour flavor, moldy flavor, green flavor and hardness)

후 감소하는 경향을 보였으며, 특히 발효 4일째는 고춧가루 3.5%를 첨가한 경우가 2.5%일 때에 비해 *Leuconostoc*속 젖산균수가 높게 나타났으며, 관능검사에서 발효기간 중에서는 발효 4일째가, 고춧가루 배합비는 3.5%일 때가 판능적으로 우수한 것으로 나타난 것은 김치의 맛에 가장 큰 영향을 주는 젖산균인 *Leuconostoc*속 젖산균의 함량이 높은 것과 관계가 있는 것으로 판단된다. *Lactobacillus*속 젖산균수는 고춧가루 배합비가 3.5%인 경우가 2.5%인 경우에 비해 높게 나타났으며, 고춧가루 3.5%를 첨가한 김치의 경우 발효 10일째까지 계속 증가하였으나, 2.5%를 첨가한 경우는 계속 증가하다가 완숙기에는 다시 감소하는 경향을 보였다.

위의 결과로 부터 조리서 및 관련 문헌과 김치공장에서의 재료 배합비를 표준값으로 선정한 배추김치는 발효기간에 있어서는 15°C에서 4일간 발효시켰을 때, 배합비에 큰 차이를 보인 고춧가루의 농도는 3.5%인 경우가 2.5%인 경우에 비해 판능적으로 우수하였을 뿐만 아니라 *Leuconostoc*속 젖산균수도 높게 나타났다.

표준화 김치의 항돌연변이효과와 암세포 성장 억제 효과: 15°C에서 0, 4, 10일간 발효시킨 고춧가루의 배합비를 달리한 2가지 표준화김치의 즙액을 이용하여 김치의 여러 기능성 중 항돌연변이효과와 SRB assay를 이용한 *in vitro* 항암효과를 검토하였다. AFB<sub>1</sub>에 대한 항돌연변이 효과를 Table 2에 나타내었는데 모든 김치 즙액에서 60%이상의 돌연변이 유발억제 효과를 보였고, 고춧가루의 배합비는 2.5%일 때에 비해 3.5%인 경우가 AFB<sub>1</sub>에 대한 항돌연변이 효과가 높게 나타났고, 이는 고춧가루 속의 항암활성물질로 여겨지는 카로틴과 비타민 등 기능성물질에 의한 효과라고 여겨지며, 특히 고춧가루 3.5%, 발효 4일째 표준화 김치의 경우 84%의 높은 항돌연변이 효과를 보였다. 이러한 결과는 Park 등<sup>(9)</sup>이 적당히 양은 김치의 메탄올 추출물이 항돌연변이 효과가 있다는 결과와 일치하였다.

Table 3은 고춧가루 배합비를 달리한 2가지 표준화 김치의 즙액으로 AGS 인체 위암세포를 이용하여 SRB assay를 행한 결과이다. 대부분의 김치 즙액은 10 μL/assay까지의 농도에서는 암세포의 성장 억제 효과를 거의 관찰할 수 없었으나, 첨가농도 20 μL/assay에서 50%이상으로 김치 즙액이 암세포의 성장을 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었으며, 발효기간별로 보면 담금 직후의 김치 즙액이 다른 시료의 즙액보다 높은 암세포 성장 억제 효과를 보였다. 또 고춧가루의 배합비가 3.5%일 때가 2.5%일 때에 비해 AGS 인체 위암세포의 성장을 더 억제함을 알 수 있었다. 특히 관

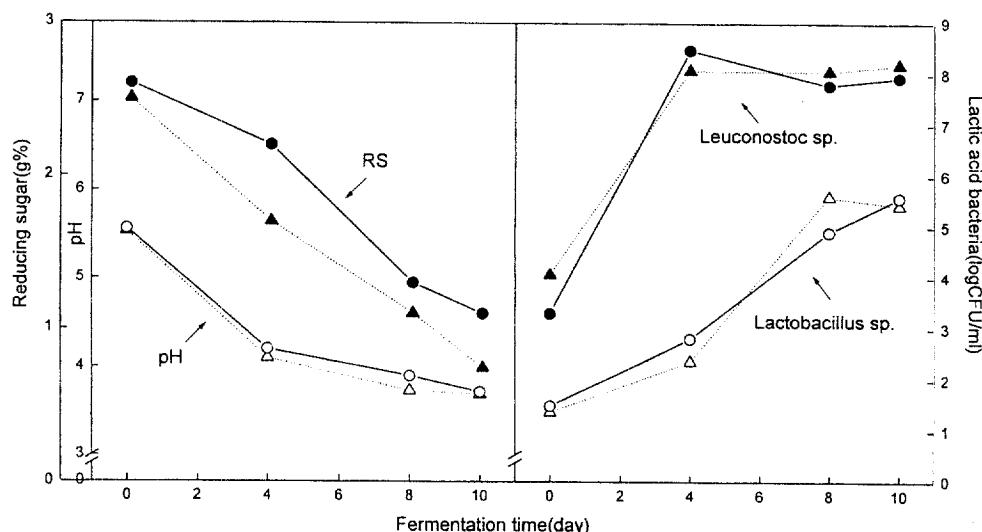


Fig. 3. Changes of reducing sugar (RS), pH, *Leuconostoc* sp. and *Lactobacillus* sp. counts in chinese cabbage *kimchi*<sup>1)</sup> fermented with different ratio of red pepper powder (RPP) at 15°C. <sup>1)</sup>The ratio of ingredients and fermentation method are shown in methods and materials. ▲, △-2.5% RPP added *kimchi*, ●, ○-3.5% RPP added *kimchi*

Table 2. Antimutagenic effect of juices (200 μL/plate) from chinese cabbage *kimchi*<sup>1)</sup> fermented with different red pepper powder (RPP) ratio against aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>, 1.2 μg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Fermentation day	Revertants/plate	Inhibition rate (%)
Spontaneous Control (AFB <sub>1</sub> )		126±16 842±49	
AFB <sub>1</sub> +RPP 2.5% added <i>kimchi</i>	0	363±29	65
	4	328±15	72
	10	293±51	77
AFB <sub>1</sub> +RPP 3.5% added <i>kimchi</i>	0	298±51	76
	4	245±20	84
	10	228±12	86

<sup>1)</sup>The ratio of ingredients and fermentation method are shown in methods and materials.

Table 3. Inhibitory effect of juices from chinese cabbage *kimchi*<sup>1)</sup> fermented with different red pepper powder (RPP) ratio on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells in sulforhodamine B (SRB) assay

Treatment	Fermentation day	OD <sub>510</sub>	
		10 μL	20 μL
Control		0.63±0.02 (100)	0.479±0.032 (100)
RPP 2.5% added <i>kimchi</i>	0	0.199±0.037 (32) <sup>2)</sup>	0.063±0.003 (13)
	4	0.465±0.103 (74)	0.369±0.109 (70)
	10	0.333±0.038 (53)	0.36 ± 0.1 (64)
RPP 3.5% added <i>kimchi</i>	0	0.21 ± 0.046 (33)	0.082±0.005 (17)
	4	0.435±0.077 (69)	0.073±0.009 (15)
	10	0.231±0.042 (37)	0.068±0.013 (14)

<sup>1)</sup>The ratio of ingredients and fermentation method are shown in methods and materials.

$$\text{2)} \text{Survival rate (\%)} = \frac{\text{OD}_{510} \text{ of treated cells}}{\text{OD}_{510} \text{ of control cells}} \times 100.$$

농적으로 우수했던 고춧가루 3.5%를 첨가한 표준화김치를 15°C에서 4일간 발효시킨 김치 즙액은 첨가농도 20 μL/assay에서 15%의 매우 낮은 암세포 생존율

(85%의 성장 억제 효과)을 나타내었다. Ames 실험과 SRB assay로 표준화 배추김치 즙액의 항돌연변이 성과 암세포 성장 억제 효과를 관찰할 수 있었으며,

고춧가루의 배합비는 3.5%인 경우가 2.5%일 때에 비해 보다 높은 항돌연변이성과 낮은 암세포 생존율(높은 암세포 성장 억제효과)을 보였다. 이러한 결과는 문헌으로부터 표준화한 김치는 전형적인 맛과 발효형태(보존성) 그리고 항돌연변이 효과와 *in vitro* 항암 활성등의 기능성을 나타내었고 고춧가루 농도는 공장에서 사용하는 3.5% 첨가농도가 김치의 맛, 보존성 및 기능성을 고려할 때 우수하다 하겠다.

## 요 약

배추김치의 표준화를 위하여 조리서 및 관련 연구논문과 김치공장에서의 담금방법과 재료배합비의 표준값을 구하여 표준화김치로 선정하고 뚜렷한 차이가 있었던 고춧가루의 첨가농도는 관능검사 및 이화학적 실험과 항돌연변이 효과와 *in vitro* 항암 기능성을 검토하여 결정하였다. 배추김치 담금시 사용빈도가 50% 이상인 부재료는 무, 파였으며, 양념류로는 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈, 설탕으로 나타났다. 또 재료배합비는 절인배추 100에 대해 무  $13.0 \pm 7.0$ , 파  $2.0 \pm 0.5$ , 마늘  $1.4 \pm 0.4$ , 생강  $0.6 \pm 0.3$ , 멸치액젓  $2.2 \pm 1.6$ , 설탕  $1.0 \pm 0.3$ , 최종염도  $2.7 \pm 0.3$ 로 결정되었으며, 고춧가루의 배합비는 차이를 보여  $2.5 \pm 0.3$ 와  $3.5 \pm 0.8$ 로 나타났다.  $15^{\circ}\text{C}$ 에서 0, 2, 4, 6, 8, 10일간 김치를 발효시키면서 관능검사및 이화학적 실험을 실시한 결과 발효기간은 4일이 가장 적당히 익은 상태였다. 고춧가루의 배합비는 3.5%인 경우가 2.5%인 경우에 비해 관능적으로 우수하였고, pH가 서서히 감소되어 보존성도 있었으며, 김치의 맛에 관여하는 젖산균인 *Leuconostoc* 속 젖산균수도 높게 나타났다. 특히 선정된 표준화 배추 김치 즙액은 AFB<sub>1</sub>에 대한 높은 항돌연변이 효과를 보였고, SRB assay에서는 AGS 인체 위암세포의 성장을 억제함을 알 수 있었는데 고춧가루의 배합비는 3.5%인 경우가 2.5%인 경우에 비해 항돌연변이 및 암세포 성장 억제 효과가 더 뛰어남을 관찰할 수 있었다. 따라서 표준화 배추김치의 재료 및 배합비는 배추 100에 대해 고춧가루 3.5, 무 13.0, 파 2.0, 마늘 1.4, 생강 0.6, 멸치액젓 2.2, 설탕 1.0, 최종염도 2.7로 결정되었다. 배추김치의 담금방법은 배추를 10% 소금물에서 10시간 절이고, 물기를 뺀 후, 무, 파는 채 썰어 고춧가루 갠 것을 넣은 다음, 멸치액젓을 넣고, 마늘, 생강, 설탕을 섞은 후 고루 버무린다.

## 감사의 글

이 연구는 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사

업 연구 결과 및 1997년도 한국 학술 진흥재단의 박사 후 연수과정 연수비 지원에 의한 것으로 연구지원에 감사드립니다.

## 문 현

1. 이서래 : 한국의 전통 발효식품. 이화여자 대학교, 서울, p.141 (1986)
2. 김상순 : 한국 전통식품의 과학적 고찰. 숙명여자대학교 출판부, 서울, p.114 (1985)
3. Jang, K.S.: Studies on modelization of subingredrients of chinese cabbage kimchi. *J. East Asian Soc. Diet Life*, **4**, 147 (1994)
4. 조재선, 남창우 : 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사 연구. 동덕여대 논문집, **9**, 199 (1979)
5. Hosono, A., Wardjojo, R. and Othani, H.: Inhibitory effect of lactic acid bacteria from fermented milk on the mutagenicities of volatile nitrosamines. *Agric. Biol. Chem.*, **54**, 1639 (1990)
6. Park, K.Y. and Kweon, M.H.: Effect of ascorbic acid on the degradation of aflatoxin B<sub>1</sub> (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 1 (1987)
7. Lee, Y.K., Yeum, K.J., Lee, K.S., Park, I.S., Song, S.Y. and Lee, Y.C.: A study on concentration of carotenoids and  $\alpha$ -tocopherol in mucosa of the garlic cancer patients (in Korean). *J. Korean Cancer Assoc.*, **27**, 353 (1995)
8. Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Katan, M.B.: Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 2379 (1992)
9. Park, K.Y., Baek, K.A., Rhee, S.H. and Cheigh, H.S.: Antimutagenic effect of kimchi. *Foods Biotech.*, **4**, 141 (1995)
10. Park, K.Y.: The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 169 (1995)
11. 이선미 : 식이섬유소의 항돌연변이효과. 부산대학교 석사학위논문 (1992)
12. 한정혜 : 365일 식탁의 맛과 멋(김치). 주부생활사, 서울 (1990)
13. 왕준련, 한복선, 박경옥 : 맛김치, 김장김치(주부생활 신세대요리). 학원사, 서울 (1991)
14. 권상범, 안승훈, 이향방, 한복려, 한정혜, 한복선 : 김치, 밀반찬 8. 삼성출판사, 서울 (1994)
15. 황혜성, 최윤자, 이정숙, 박창순, 유금례, 김효연 : 맛김치, 밀반찬. 여명출판사, 서울 (1994)
16. 박경신, 한복려, 정길자, 한정혜, 조명숙 : 맛김치, 김장김치. 호성출판사, 서울 (1992)
17. 박동자, 안승훈, 전정원, 한복려, 한복선, 한정혜 : 8도 맛김치, 김장김치(우먼센스 가족요리). 서울문화사, 서울 (1994)
18. 한복려, 박경신, 한정혜 : 맛김장, 별미김치(주부생활 바인더 요리). 주부생활사, 서울 (1993)
19. 권기남, 권상범, 박경옥, 안승훈, 윤영옥, 이종임 : 저장김치, 별미김치. 여원출판사, 서울 (1997)
20. 황혜성, 왕준련, 하숙정, 한정혜, 한복려 : 식단과 반찬 365일. 주부생활사, 서울 (1994)
21. 한복선, 한정혜, 전정원, 이종임, 이향방 : 365일 우리집

- 식단. 효성출판사, 서울 (1994)
22. Jo, J.S. and Hwang, S.Y.: Standardization of kimchi and related products (2) (in Korean). *J. Korean Soc. Dietary Culture*, **3**, 301 (1988)
  23. Cho, N.C., Jhon, D.Y., Shin, M.S., Hong, Y.H. and Lim H.S.: Effect of garlic concentrations on the growth of microorganisms during kimchi fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 231 (1988)
  24. No, H.K., Lee, S.H. and Kim, S.D.: Effects of ingredients on the fermentation of chinese cabbage *kimchi* (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 642 (1995)
  25. Park, W.P. and Kim, Z.U.: The effect of salt concentration on *kimchi* fermentation (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 295 (1991)
  26. Kim, M.H., Shin, M.S., Jhon, D.Y., Hong, Y.H. and Lim, H.S.: Quality characteristics of *kimchi* different ingredients (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 268 (1987)
  27. No, H.K., Lee, S.H., Lee, M.S. and Kim, S.D.: Quality evaluation of Korean cabbage *kimchi* by instrumentally measured color values of *kimchi* juice (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 163 (1992)
  28. Kim, M.J. and Kim, S.D.: The fermentation control of *kimchi*. *J. East Asian Soci. Diet Life*, **4**, 75 (1994)
  29. Lee, J.M. and Lee, H.R.: Standardization for the preparation of traditional Korean whole cabbage *kimchi* with salted shrimp (in Korean). *Korean J. Diet Culture*, **9**, 79 (1994)
  30. Cho, E.J., Park, K.Y. and Rhee, S.H.: Standardization of ingredient ratios of chinese cabbage *kimchi* (in Kore-
  - an). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1228 (1997)
  31. 한국식품개발원 : 김치공장의 배추김치의 원부재료배합비 1(김치 중장기 연구개발 계획 수립을 위한 산업 및 연구 개발 현황조사). p.53 (1993)
  32. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, p.268 (1995)
  33. 신효선 : 식품분석 이론과 실제. 신풍출판사, p.91 (1983)
  34. 배경미 : 김치에서 분리한 *Lactobacillus* sp. JB-42가 생성하는 bacteriocin에 관한 연구. 부산대학교 석사학위논문 (1995)
  35. Maron, D.M. and Ames, B.N.: Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113**, 173 (1983)
  36. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yahagi, T., Shirai, A. and Sawamura, M.: Factors modulating mutagenicity in microbial test, "In short terms for detecting carcinogens." Norphth, K.H. and Gamez, R.C. (eds.), Springer, Berling, p.273 (1980)
  37. Monks, A., Scudiero, D., Skehan, P., Shoemaker, R., Paull, K., Vistica, D., Hose, C., Langley, J., Cronise, P., Vaigro-Wolff, A., Gray-Goodrich, M., Campbell, H., Mayo, J. and Boyd, M.: Feasibility of a high-flux anticancer drug screen using a diverse panel of cultured human tumor cell lines. *J. Natl. Cancer Inst.*, **83**, 757 (1991)
  38. 한국식품개발 연구원 : 김치의 과학기술. 기술신서, 2, p.58 (1990)
  39. Meen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443 (1984)

---

(1997년 10월 13일 접수)