

## 배추김치 부재료 혼합의 모델화와 품질

장 경 숙

경산대학교 식품과학과

### Studies on Modelization of Subingredients of Chinese-Cabbage Kimchi

Kyung-sook Jang

*Dept. of Food Sci., of Kyungsan Univ., Kyungsan, Korea*

#### Abstract

This study was conducted to investigate the quality of modeled Chinese-cabbage Kimchi. The mutual action of sub-ingredients and optimum mixing conditions were examined by analyses of pH, acidity, content of vitamins, carotenes, number of total microorganisms, and Lactobacilli, the activities of softening related to enzymes (polygalacturonase and  $\beta$ -galactosidase), and sensory quality during fermentation.

The result about the mutual action of red pepper powder and garlic showed that the pH was decreased as concentration of garlic was higher and that of red pepper powder became lower. Kimchi had unpleasant taste and undesirable odor when the adding ratio of the red pepper powder and garlic was unbalanced.

As the concentration of garlic became higher, the content of vitamin C in Kimchi tissue decreased while that of vitamin C in Kimchi juice increased. The contents of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and carotene increased as the concentration of garlic became lower. The optimum mixing ratio of red pepper powder and garlic evaluated by overall eating quality was 4.66% and 3.45%, respectively. The result about the mutual action of ginger and green onion was that pH became higher as the concentration of ginger was 1.84% and that of green onion was 5.96%.

The intensity of fresh taste and odor became stronger as the concentration of ginger increased to 2.76% and that of green onion decreased to 2.98%. The balance of sour, salty and hot taste became better as the concentration of ginger increased and that of green onion decreased. The optimum mixing condition evaluated by overall eating quality was 2.94% in ginger+2.78% in green onion. The contents of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and C were high in this condition. The result about the mutual action of leek and salted anchovy juice was that pH became lower as the concentration of leek increased and that of salted anchovy juice decreased. Sour, hot and sweet tastes were good in the condition of leek 12%, salted anchovy juice 4.69%. Palatable, fresh taste and odor became weaker when the one of both sub-ingredients was too much little. The optimum mixing condition evaluated by overall eating quality was 9.76% in leek+7.32% in salted anchovy juice. The contents of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C and carotene were high in this condition and other sensory qualities were good. The result about the mutual action

of salt and sugar was that pH became lower as the concentration of sugar became higher and that of salt became lower. The sweet taste was reduced of hot taste than salty taste. Palatable and fresh tastes were desirable when Kimchi fermented with less salt and more sugar. The optimum mixing condition evaluated by overall eating quality was 3.29% in sugar+4.80% in salt. The contents of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C and carotene were high in this condition.

The result of model Kimchi fermented at 20°C was that the number of Lactobacilli in model Kimchi was higher than that of in control Kimchi. The fermentation period was extended under pH 4.0 and the contents of vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C and carotene were high through the whole edible period. The activity of polygalacturonase was low, but that of  $\beta$ -galactosidase was high during fermentation.

Key words : Modelization, sub-ingredients, Chinese-cabbage Kimchi

## 서 론

김치는 채소류의 저장기능과 영양제공 및 독특한 맛과 향을 제공하여 주식인 백미에 곁여 되기 쉬운 아미노산, 무기질, 비타민 및 가용성 섬유질 등과 살아있는 젖산균이 함유되어 있으며 아직 구명되지 않은 bioelement 등이 함유<sup>3,11)</sup>되어 있는 것으로 알려져 있어 우리나라의 식생활에서 중요한 역할을 담당하고 있으며<sup>1,2)</sup>, 최근 김치를 세계적인 식품으로 발전시키기 위한 관심이 고조되고 있다. 김치 발효의 특징은 미생물의 자연접종방식을 띠고 있으나 젖산균을 주축으로 하는 각종 미생물이 숙성에 관여하며 이로 인하여 생성된 각종 유기산과 아미노산 및 당 등이 다양하게 어우러져 복합적인 맛과 고유의 향미를 띠게 된다. 그러나 발효자체가 자연의존방식으로써 내외적 환경조건에 따라서 품질이 가변일 뿐만 아니라 맛있게 먹을 수 있는 기간이 짧다는 문제점을 지니고 있다. 김치의 맛은 소금절임과 부재료의 조화된 맛에 좌우되며 김치의 독특한 관능적 품질로 인정되고 있는 맵고 짠 자극적인 맛을 잘 조화시켜 우리나라 김치로서의 특성을 살리면서 맛과 품질면에서 재현성 있는 김치를 얻기 위해서는 제조방법의 표준화 작업이 요구된다 하겠으며 이를 위해서는 우선적으로 김치에 사용되고 있는 부재료에 대한 혼합비율의 모델화가 요구된다 하

겠다.

따라서 본 연구에서는 배추김치 제조법의 과학화와 재현성 있는 고품질의 김치제조를 위한 연구의 하나로 김치담금시 기본적으로 사용되고 있는 7종의 부재료와 소금의 최적 혼합비율을 구하기 위하여 실험하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

김치제조용 배추는 경북 영천군에서 생산된 것으로 포기당 중량이 2kg 내외의 김장용 결구 배추(품종: 장수)를 사용하였고, 고추(품종: 영양 김장고추)는 경북 경산군에서 생산된 것을 증류수로 세척하여 자연건조시킨 후 100mesh의 입도로 빻아 사용하였으며 마늘, 생강, 파, 부추는 전 실험기간 동안 사용할 분량을 구입, polyethylene film으로 포장하여 4°C에서 보관하 면서 사용하였다. 멸치액젓은 하선정 종합식품주식회사제품의 식염 20%, 멸치액 70%를 함유하는 것을, 설탕은 백설탕(세일제당), 식염은 한주소금을 각각 사용하였다.

### 2. 담금 및 숙성

배추김치부재료의 혼합비율을 모델화하기 위하여 우선 배추김치 관련 문헌 37편<sup>7, 12-17)</sup>에서

주로사용된 부재료의 종류와 빈도, 사용량의 평균치를 구하여 평균치대로 김치를 담금한 후 이를 대조구로 하였다(Table 1, 2). 배추김치의 담금은 원료배추를 4등분하여 20°C의 15% 소금물로 상온에서 5시간 동안 절인 후 세척수에 10분간 담구어 소금기를 제거하여 최종 소금농도가 3% 되게 한 후 물기를 빼고 2L들이 bioceramic 김치통에 500g씩 넣은 후 plastic 절구에서 빵아 충분히 혼합한 부재료(Table 2)와 잘 버무려 뚜껑을 한 후 20°C에서 숙성시켰다.

### 3. pH 및 산도

김치를 polytron homogenizer(Swiss, PT-1200)로 파쇄시킨 후 그 여액을 시료로 하여 pH는 pH meter(Metrohm 632, Swiss)로 측정하였으며, 산도는 여액 10ml를 0.1N NaOH(F : 1.0000)로 pH 9.0이 될 때까지 적정한 후 그 소비 ml수를 lactic acid함량으로 환산하여 표시하였다.

### 4. 비타민 B<sub>1</sub>의 함량측정

AOAC법<sup>48)</sup>에 준하여 다음과 같이 행하였다. 즉 김치국물과 조직을 합하여 동결건조, 파쇄한 시료 500mg에 0.1N HCl을 가하여 50ml 되게 한 후 끓는 water bath에서 30분간 추출한 다음 냉각하고 5% amylase 5ml를 가하여 38°C에서 24시간 반응시켰다. 다음에 5% trichloroacetic acid 2ml를 가하여 10분간 가열하였으며 2N NaOAc로써 pH 4.5로 조절, 100ml로 정용하여 whatman No.40 여과지로 여과하였다. 이 여액 5ml에 0.04% K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 5ml를 넣은 즉시 isobutanol 10ml를 vortex상에서 1분동안에 가한 후 상정액을 취하여 형광 spectrophotometer(Tokyo photo-electric사, ANA-20)로써 형광도를 측정하여 표준품 thiamine(Sigma제)의 검량선 (thiamine ng/10ml = fluorescence % x 31.25 - 10.63, r = 0.9998)에 의해 함량을 구하였다.

### 5. 비타민 B<sub>2</sub>의 함량측정

AOAC법<sup>49)</sup>에 준하여 다음과 같이 행하였다.

즉 동결건조한 김치시료 500mg에 0.1N HCl을 가하여 50ml 가 되게 하고 30분간 autoclave한 후 냉각하였으며, NaOH용액으로 pH 6.5로 조절, HCl로 pH 4.5로 맞추어 생성된 침전물을 여과하였다. 다음에 pH 6.8로 조절한 후 100ml로 정용, 여액 1ml에 chloroform 2ml를 가해서 세척하여 형광물질을 제거하였다. 다음에 1N NaOH 1 ml를 가하여 30°C이하에서 1시간동안 광분해시킨 뒤 0.05% KMnO<sub>4</sub> 0.5ml와 0.5ml acetic acid를 vortex상에서 가하였으며 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3ml를 첨가하여 탈색시켰다. 여기에 chloroform 6ml를 가하여 추출, 형광 spectrophotometer (ANA-20)를 이용하여 형광도를 측정하였으며 표준품 riboflavin(Sigma제)의 검량선(riboflavin ng/6ml = fluorescence % x 142.86 - 2.49, r = 0.9880)에 의해 함량을 구하였다.

### 6. 비타민 C의 함량측정

비타민 C의 함량은 김치를 국물과 함께 polytron homogenizer로써 4°C 를 유지하면서 파쇄한 후 20,000g에서 냉동원심분리한 상정액을 시료로 사용하였다. 또 필요에 따라서는 국물과 조직으로 나누어 2,4-dinitrophenyl hydrazine비색법<sup>50)</sup>으로 측정하였으며 표준품 ascorbic acid(Sigma제)의 검량선(ascorbic acid  $\mu$ g/1ml = OD<sub>540</sub> x 30.21 - 0.45, r = 0.9995)에 의하여 함량을 구하였다.

### 7. Carotene의 함량 측정

Carotene의 함량은 장 등<sup>51)</sup>이 행한 방법에 준하여 동결건조한 김치조직 1g에 ether 30ml를 가하여 polytron homogenizer로 마쇄하고 glass filter 로 흡인여과시킨 후 잔사에 색소가 없어질 때까지 동일용매로 반복 추출하였다. 이 추출액에 동량의 20% KOH-methanol용액을 가하여 6시간 동안 교반·검화한 후 분액깔때기로 옮겨 색소층을 분리하였으며 차광하에서 건조, ether용액으로 정용하였다. Silicagel G 박층에 petroleum ether : benzene(50 : 50)용액으로 전개, 분리된 carotene 색대를 TLC scanner 로 452 nm에서 면적을 구하였으며,  $\beta$ -carotene 표준품

Table 1. Subingredients ratio of Chinese-cabbage Kimchi in the references

References	Ingredients ratio*						
	Red Pepper powder	Ginger	Garlic onion	Green	Leek	Fermented anchovy juice	Sugar
7)	8.0	2.0	3.0	4.0	—	6.0	—
12)	2.4	0.2	1.2	4.7	—	—	2.0
13)	2.0	1.0	2.0	—	4.0	—	—
14)	2.0	1.0	2.0	—	4.0	—	1.0
15)	3.0	0.6	1.1	9.0	—	—	—
16)	2.0	0.5	2.0	2.0	—	—	3.0
17)	0.8	0.5	1.2	1.4	—	—	—
18)	2.0	2.0	2.0	—	—	10.0	—
19)	2-6	3-6	3-6	—	2-6	2-6	—
20)	4.0	4.0	4.0	4.0	—	—	—
21)	2.0	1.0	2.0	4.0	—	—	1.0
22)	2.5	0.5	1.0	1.0	—	1.0	0.5
23)	2.6	0.4	1.2	3.5	—	7.7	—
24)	1.0	0.5	0.5	0.7	—	3.2	0.4
25)	—	0.5	2.0	2.0	—	—	—
26)	3.0	1.0	2.0	—	4.0	—	—
27)	3.0	0.5	1.0	3.0	—	2.0	—
28)	2.9	0.6	1.2	3.5	—	—	—
29)	4.2	0.4	1.5	—	—	2.3	—
30)	2.0	1.0	2.0	—	4.0	—	—
31)	1.7	0.6	0.4	0.6	—	—	—
32)	2.8	0.6	1.1	9.0	—	5.5	—
33)	2.0	1.0	2.0	—	4.0	—	1.0
34)	2.0	1.0	2.0	4.0	—	—	1.0
35)	0.7	0.7	0.7	1.0	—	0.7	—
36)	0.3	0.1	0.2	0.1	—	—	—
37)	1.5	—	0.7	3.0	—	—	1.0
38)	2.0	0.5	2.0	2.0	—	—	—
39)	2.0	1.0	2.0	2.0	—	—	—
40)	2.0	1.0	0-6	2.0	—	—	—
41)	0.3	0.1	0.1	—	—	0.1	—
42)	1.2	1.2	1.2	3.5	—	—	0.7
43)	2.8	0.5	1.1	9.0	—	5.5	—
44)	1.2	0.5	0.9	2.1	—	—	—
45)	2.5	0.5	0.8	—	—	—	—
46)	0.6	—	2.3	6.3	—	—	—
47)	2.0	1.0	2.0	2.0	—	—	—
Mean	2.24	0.92	1.70	2.98	4.00	4.69	1.16
Freque- ncy (%)	97.3	94.6	100.0	72.8	16.2	32.4	27.0

\*The ratio was calculated as the relative weight against salted Chinese-cabbage.

Table 2. Ingredients ratio of the Chinese-cabbage Kimchi using by control

Ingredients	Ratio <sup>1)</sup>
Chinese-cabbage	100.00
Red pepper powder(Rp)	2.24
Ginger(Gi)	0.92
Garlic(Ga)	1.70
Green onion(Go)	2.98
Leek(Le)	4.00
Fermented anchovy juice(Fa)	4.69
Sugar(Su)	1.16
Salt(Sa)	3.00

<sup>1)</sup>The ingredients ratio are the means calculated from 37 references on the Chinese-cabbage Kimchi.

(Sigma제)을 동일한 방법으로 분리하여 함량을 산출하였다. Carotene류의 동정은 분리된 색대를 n-hexane에 녹여 recording spectrophotometer (Shimazu UV-160A)로  $\lambda$  max를 구하여 문헌<sup>51)</sup>의 파장과 비교하였다.

### 8. 총균수와 젖산균수의 측정

김치국물 1ml를 채취하여 멸균 1% peptone 수로 희석하여 총균수는 nutrient agar<sup>52)</sup>를 사용하였으며, 젖산균수는 0.02% sodium azide와 0.06% bromocresol purple를 함유하는 MRS(de Man, Rogosa and Sharpe)배지<sup>53)</sup>에 평판도말하여 37°C에서 48시간 배양한 후 나타나는 황색의 colony를 계측하였다.

### 9. $\beta$ -Galactosidase의 추출과 활성도의 측정

$\beta$ -Galactosidase의 추출은 신 등<sup>54)</sup>의 방법에 따라 실시하였다. 김치조식 500g을 4°C의 증류수로 균질화하고 그 현탁액에 고체 NaCl을 가하여 최종 농도를 1M(pH 6.0)로 조정, 1시간 동안 추출하였다. 그 여액의 30~80%의  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  침전물은 18,000g에서 15분간 냉동원심분리하여 모은 후 membrane tube를 사용하여 0.1M(pH 6.0)의 NaCl용액내에서 투석, 냉동원심분리한 상정액을 조효소로 하였다. 활성도의 측정은 100mM의 Na-acetate buffer(pH 4.0)용액 100 $\mu$ l에 2% bovine serum albumin 300 $\mu$ l를 가하고 100 $\mu$ l의 효소용액을 가한 후 500 $\mu$ l의 기질 p-nit-

rophenyl-  $\beta$ -D-galactoside (100mM Na-acetate buffer 1ml 당 2mg을 녹인 것)를 가 하여 30°C에서 일정시간 반응시킨 후 200mM의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2ml로 반응을 정지시켰으며 400nm에서 흡광도를 측정하였다. 활성도는 김치조식 100g당 시간당 유리된 p-nitrophenol의  $\mu$ mol농도로 표시하였다.

### 10. Polygalacturonase(PG)의 추출 및 활성도의 측정

신 등<sup>55, 56)</sup>의 방법에 준하여 김치조식 200g을 4°C의 증류수 400ml로 균질화한 후 Miracloth(Calbiochem.)로 여과하고 잔사는 1M의 NaCl(pH 6.0)용액으로 현탁하여 3시간동안 추출한 후 여과, 18,000g에서 15분간 냉동원심분리하였다. 상정액은  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 로 85% 포화, 염석하여 냉동원심 분리하였다. 침전물은 소량의 증류수에 현탁, 0.15N NaCl용액에서 투석하였으며 원심분리한 상정액을 효소용액으로 하였다. 활성도 측정은 기질 1% polygalacturonic acid를 녹인 50mM Na-acetate buffer(pH 4.0) 100 $\mu$ l에 효소액 50 $\mu$ l와 증류수 50 $\mu$ l를 가하여 30°C에서 일정시간 반응시킨 후 100mM의 borate buffer(pH 9.0)용액 1ml를 가하여 반응을 정지시켰으며 생성된 환원당을 Somogyi-Nelson법<sup>57)</sup>으로 측정 galacturonic acid의 검량 선에 의하여 함량을 산출하였으며 김치조식 100g당 시간당 생성된 galacturonic acid  $\mu$ mol을 unit로 하였다.

11. 색상의 측정

김치의 색상은 담금김치를 시료로 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 Hunter의 L, a, b값을 측정, 3반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

12. 관능검사

훈련된 관능요원 10명에 의하여 김치의 맛, 냄새, 색상 및 종합적인 품질 등을 Table 3과 같은 평가지에 의하여 5점평점법<sup>59)</sup>으로 평가하였다.

13. 부재료 혼합의 모델화

김치담금시 고추, 마늘, 생강, 파, 부추, 멸치젓, 설탕 및 소금 등의 최적 혼합비율을 조사하기 위한 실험설계는 정 등<sup>60)</sup>이 활용한 SVM(systematic variation method)에 의하여 사용빈도 순으로 고추와 마늘, 생강과 파, 멸치젓과 부추를 각각 상호 혼합처리 하였으며 마지막으로 설탕과 소금의 binary interaction실험을 실시하였다. 사용량은 대조구, 즉 문헌에서의 부재료 사용량의

평균값을 본 실험의 기준으로 하였으며 이 양을 전후로 하여 상호혼합 처리하여 20℃에서 40시간 숙성시킨 후 성분 분석과 관능적 품질을 측정하였다. 그리고 가장 먼저 실험한 고추와 마늘에서 얻어진 최적 혼합비율을 생강-파의 상호혼합때 적용하였으며 생강-파의 최적 혼합비율을 다음 실험인 부추-멸치젓의 혼합실험시에, 부추-멸치젓의 실험에서 얻어진 최적 혼합비율은 설탕-소금의 혼합실험에서 각각 적용하여 최종적인 혼합조건을 구하였다. 이때의 최적조건은 각 측정항목 중에서 객관성이 큰 종합적인 품질을 적용하였으며 얻어진 data를 SAS(statistics analysis system)통계 package의 2차다항회귀분석법<sup>60)</sup>으로 방정식과 최대 값을 구하여 이를 최적 혼합비율로 하였다.

14. 통계처리

실험결과는 3반복(실험시에 동일구를 3개씩 처리)측정 평균치로 표시하하였으며 관능검사 등의 유의성은 ANOVA test, data 상호간의 유의성은 Duncan's multiple range test<sup>61)</sup>에 의하였다.

Table 3. Judging record of sensory evaluation for modelization of adding ratio of the Kimchi sub-ingredients

Date : \_\_\_\_\_  
 Name of judge : \_\_\_\_\_  
 Number of sample : \_\_\_\_\_  
 Directions : 1. Select the recipe you are going to evaluate.  
 2. Write corresponding score to the quality in the blank.  
 3. Write any comments at the bottom.

Recipes :

1. taste balance(sour, saline and hot taste) 2. palatable taste, 3. fresh taste, 4. color  
 5. overall eating quality

very poor(1), poor(2), fair(3), good(4) \_\_\_\_\_  
 very good(5) .....

6. sour taste, 7. saline taste, 8. hot taste, 9. sweet taste,  
 no(1), low(2), proper(3), strong(4),  
 very strong(5) .....

10. grassy taste, 11. unpleasant taste, 12. unpleasant odor  
 no(1), low(2), moderate(3), strong(4),  
 very strong(5) .....

Comments : \_\_\_\_\_

## 결과 및 고찰

### 1. 고추와 마늘의 상호작용

부재료 7종 및 소금의 혼합 조건을 모델화하기 위하여 정 등<sup>59)</sup>의 systematic variation method에 준하여 binary interaction 실험을 설계하고 결과 중에서 유의성이 인정된 종합적 품질에 대한 값을 이용하여 최적 혼합조건을 구하였다. Fig. 1~10은 고추와 마늘의 상호작용을 조사한 결과이다. 부재료의 혼합율은 대조김치의 담금비율 (Table 2)과 동일하게 사용하면서 고추와 마늘의 첨가량을 대조구의 0~400%까지 변화시켰다.

그 결과 pH(Fig. 1)는 고추의 농도가 높고 마늘의 농도가 낮을수록 높아 마늘이 pH 감소에 큰 영향을 미침을 알 수 있고 고추는 pH 감소를 억제하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 마늘과 고추가 다같이 김치의 숙성을 촉진한다는 연구결과<sup>10,12,22,27,62,63)</sup>와는 일치하지 않는 현상이나 이들 연구결과에서는 고추의 농도가 3% 이하였으며 본 실험결과는 고추의 고농도에 따른 영향이라 생각된다.

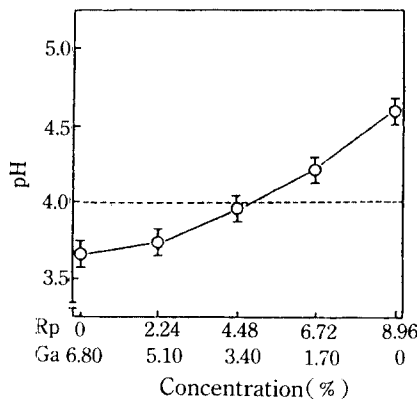


Fig. 1. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the pH of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20 °C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

고추와 마늘 상호간의 농도변화는 짠맛과 단맛 (Fig. 2)의 변화에는 영향을 미치지 못했으나

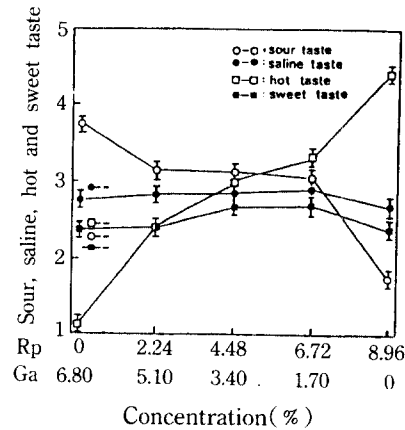


Fig. 2. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the sour, saline, hot and sweet taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

산미와 매운맛에는 영향을 미쳤으며 마늘은 산미증진에, 고추는 매운맛 증진에 영향을 미쳤는데 그 범위는 고추 2.24~6.72% + 마늘 5.10~1.70%에서 양호하였으며 이때 감칠맛과 신선한 맛 (Fig. 3) 역시 양호하였다. 맛의 균형(Fig. 4)은

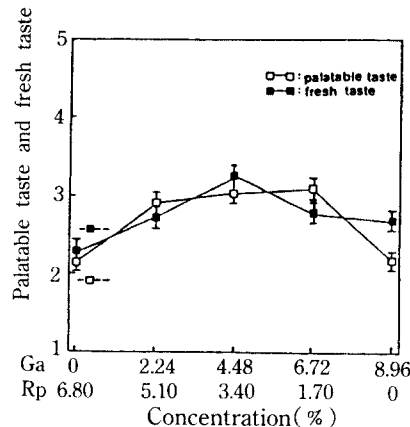


Fig. 3. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the palatable and fresh taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

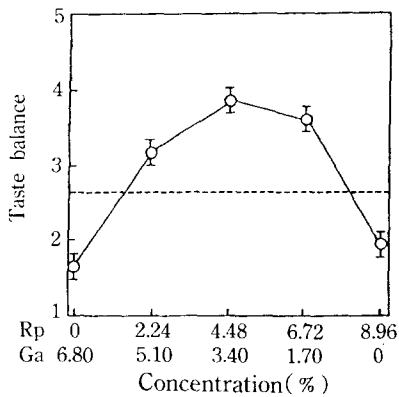


Fig. 4. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the taste balance of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

고추 4.48% + 마늘 3.40%에서 가장 높은 값을 나타내었다. 한편 불쾌한 맛과 냄새 및 풋맛의 경우(Fig. 5)는 고추와 마늘함량이 어느 한쪽으로 치우쳐 많을때 높아서 역시 균형있는 첨가가 불쾌한 맛과 냄새를 감소시키는 방안이 되었다.

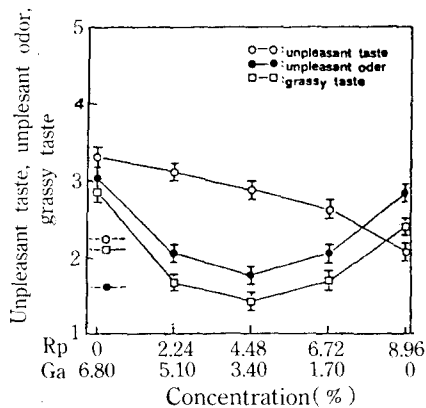


Fig. 5. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the unpleasant taste, unpleasant odor and grassy taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

김치의 바람직한 색상(Fig. 6)은 고추의 첨가량과 밀접한 관계가 있으며 4.48%~6.72%에서 대조구보다 양호하였고 8.96%에서는 색상에 대

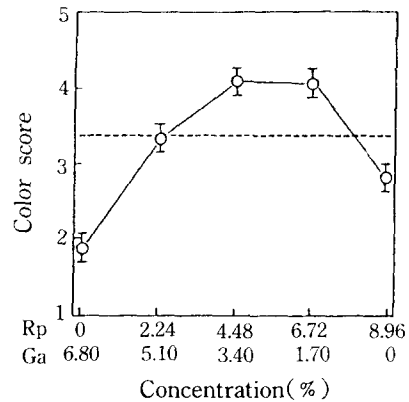


Fig. 6. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the color score of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

한 기호가 감소하였다. 종합적인 품질(Fig. 7)로서 평가한 고추와 마늘의 최적 혼합조건은

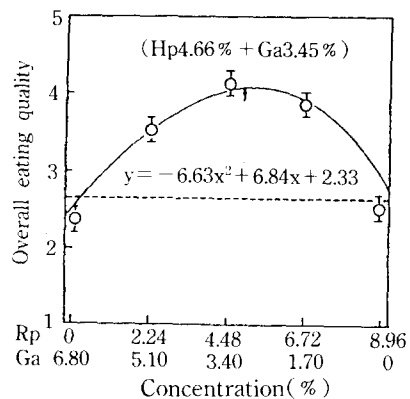


Fig. 7. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the overall eating quality of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.



고추 4.66% + 마늘 3.45%이었다. 비타민 C 함량 (Fig. 8)은 마늘 농도가 높을수록 김치국물에서의 함량이 높고 고추함량이 높을수록 조직에서의 함량이 높은 경향을 보였다. 그러나 국물의 양은 조직에 비하여 적은 양 이어서 김치내의 비타민 C 함량은 조직의 함유량에 의존되므로 고추의 첨가량과 깊은 관계가 있으나 고추 4.48% 이상에서는 유의적인 차이가 없었다.

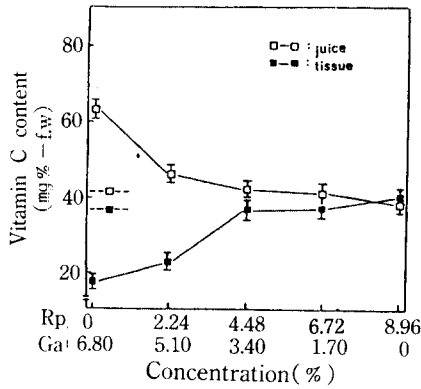


Fig. 8. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the vitamin C content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

비타민 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>(Fig. 9)는 고추의 함량이 높고

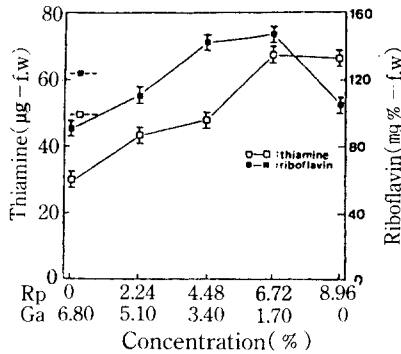


Fig. 9. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the thiamine and riboflavin content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

마늘량이 적어질수록 점차 증가하는 경향을 보이다가 고추량이 6.72% 이상, 마늘량이 1.70% 이하가 되면서 감소 또는 균형을 유지하였다.

Total carotene과 β-carotene(Fig. 10)은 고추의 첨가량 증대에 따라 거의 비례적으로 증가하였는데 이것은 고추에 많은량의 carotene이 함유된 것<sup>9)</sup>과 깊은 관련이 있다고 보여진다.

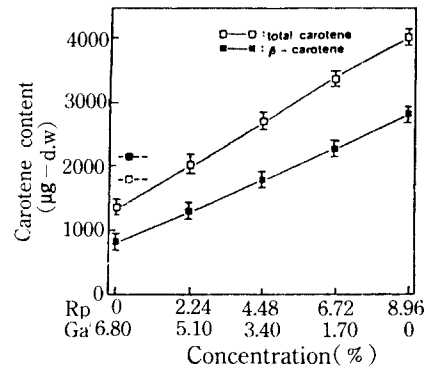


Fig. 10. Effect of red pepper powder(Rp) and garlic(Ga) concentration on the total carotene and β-carotene content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

## 2) 생강과 파의 상호작용

고추와 마늘의 최적혼합조건을 종합적 품질로서 평가추정하여 결정한 고추 4.66% + 마늘 3.45%로 고정하고 생강과 파를 0~3.68% 및 11.92~0%로 각각 상호혼합처리 하였으며 나머지 부재료는 Table 2의 대조김치에서와 같이 처리하여 생강과 파의 상호작용을 조사한 결과 pH (Fig. 11)는 생강량이 1.84%가 될 때까지 증가하고 파의 양은 5.96%까지 감소할수록 높은 pH를 나타내어 숙성을 지연시켰으나 생강의 양이 더욱 많아지고 파의 양은 이보다 더욱 감소할수록 pH가 낮아져 숙성이 촉진되었다.

유 등<sup>25,26)</sup>은 생강이 김치숙성과 무관하다고 하였으나 이와 김<sup>15,62)</sup>은 생강을 3%첨가한 배지에서 젖산균의 생육이 억제되었다고 하였다.

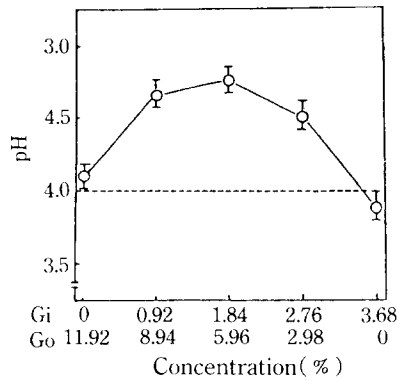


Fig. 11. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the pH the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

한편 신맛, 짠맛, 단맛, 신선한 맛과 감칠맛의 경우(Fig. 12, 13) 생강 2.76% + 파 2.98% 범위에서 바람직한 관능적 평가를 나타내었다. 한편 신맛, 짠맛, 매운맛의 균형된 맛(Fig. 14)은 생강의 양이 증가되고 파의 양이 감소할수록 높아졌으나 파를 첨가하지 않은 경우에는 다시 평가 수준이 낮았다. 불쾌한 맛과 불쾌한 냄새 및 풋맛(Fig. 15)은 생강과 파의 양적 변화에 따른

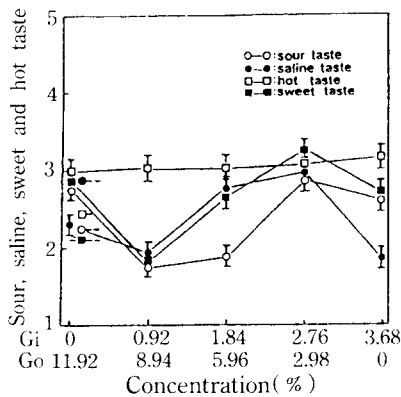


Fig. 12. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the sour, saline, hot and sweet taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

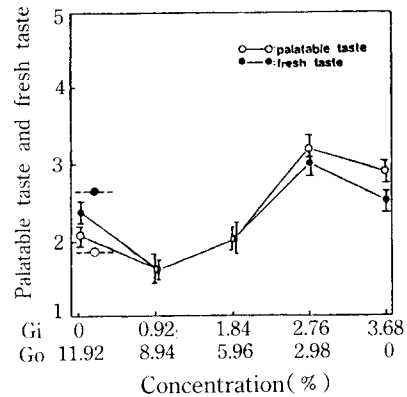


Fig. 13. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the palatable and fresh taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

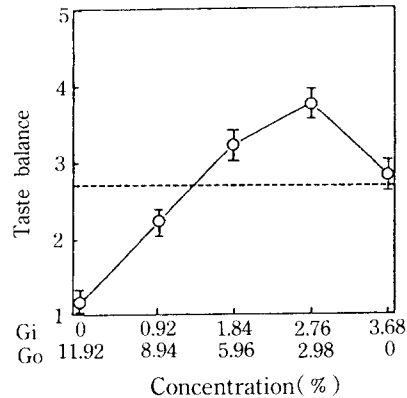


Fig. 14. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the taste balance of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

일관성있는 변화는 보이지 않으나 생강 2.76% + 파 2.98%의 혼합조건에서 가장 낮은 값을 나타내어 균형있는 혼합으로서 그 값을 감소시킬 수 있음을 알 수 있었다.

파와 생강의 양이 지나치게 많은 경우, 김치의 색상에 대한 값이 저하되었다(Fig. 16). 생강과

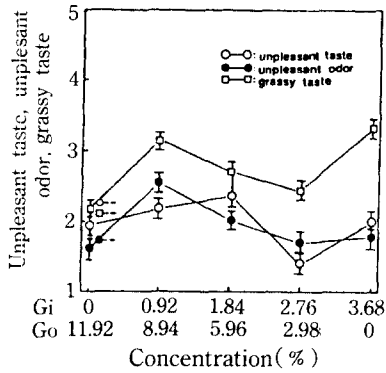


Fig. 15. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the unpleasant taste, unpleasant odor and grassy taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

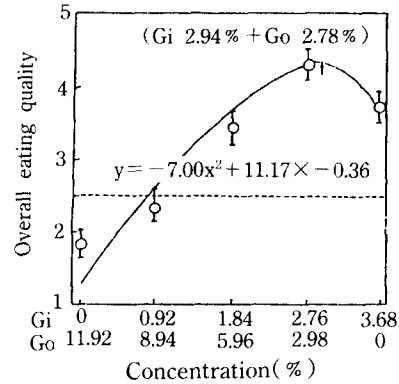


Fig. 17. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the overall eating quality of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

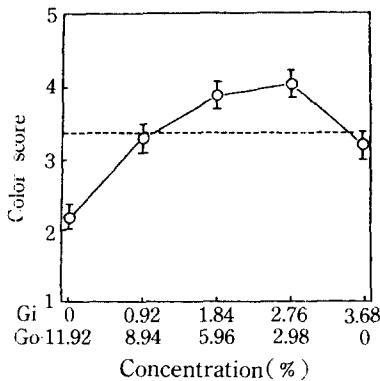


Fig. 16. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the color score of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

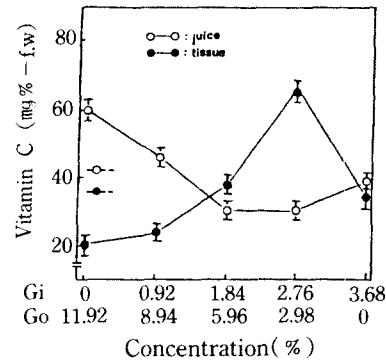


Fig. 18. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the vitamin C content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

파의 최적 혼합조건을 종합적인 품질로써 평가해 본 결과(Fig. 17)는 상기에서 검토한 여러가지 관능적 품질평가와 거의 일치하는 것으로서 생강 2.94% + 파 2.78%에서 최대값을 보였다.

비타민 C, B<sub>1</sub> 및 B<sub>2</sub>의 함량(Fig. 18, 19)은 중

합적인 품질로써 평가한 생강과 파의 최적 혼합조건에서 최대값을 보였다. 그러나 total carotene과 β-carotene의 함량(Fig. 20)은 생강과 파의 변화에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 파에 carotene이 상당량 함유<sup>(61)</sup>하고 있는 것과는 차이가 있다.

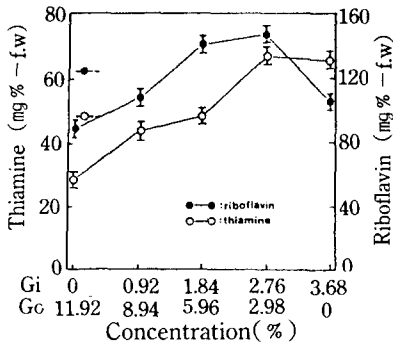


Fig. 19. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the thiamine and riboflavin content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

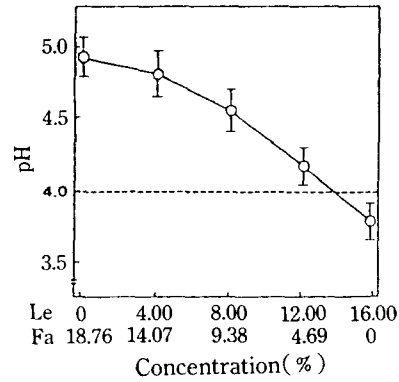


Fig. 21. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the pH of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

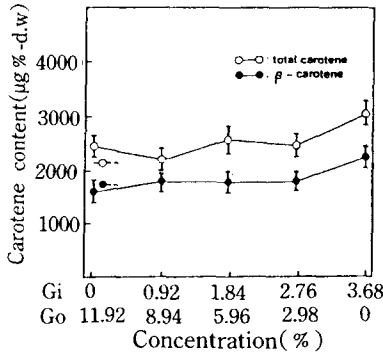


Fig. 20. Effect of ginger(Gi) and green onion (Go) concentration on the total carotene and β-carotene content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

3) 부추와 멸치액젓의 상호작용

고추와 마늘의 양을 각각 4.66%와 3.45%로 정하고 생강과 파의 양을 각각 2.94%와 2.78%로 고정한 후 부추와 멸치액젓의 양을 각각 0~16% 및 18.76~0%로 변화시키면서 부추와 멸치액젓의 상호작용을 조사한 결과 pH(Fig. 21)는 부추의 양이 많고 멸치액젓의 양이 적을수록 직선적인

감소를 보였으며 부추가 김치의 숙성에 큰 영향을 미치지 않는다는 타 연구자들의 연구결과<sup>62)</sup>를 감안 할 때 멸치액젓에 함유한 각종 미생물의 영양원이 있음에도 불구하고 멸치액젓의 첨가로 인한 pH상승 효과는 소금의 농도 증가에 의한 발효의 억제와 강전해질과 약전해질의 혼합효과라 생각된다. 이러한 결과는 멸치액젓의 첨가를 줄임으로서 짠맛이 감소되는 결과에서도 알 수 있다.

신맛과 매운맛 및 단맛(Fig. 22)은 부추 12%, 멸치액젓 4.69%에서 가장 바람직한 관능적 평가를 나타냄으로서 타 결과에서도 보는 바와 같이 균형있는 혼합이 김치품질에 지대한 영향을 미침을 알 수 있다.

감칠맛과 신선한 맛(Fig. 23)은 부추나 멸치액젓의 양이 아주 많은 경우에 낮은 값을 보였으며 부추 8.00~12.00%, 멸치액젓 9.38~4.69%에서 높은 값을 보였고 신맛, 짠맛, 매운맛의 균형(Fig. 24)은 부추 12%, 멸치액젓 4.69%에서 최대값을 나타내었다.

꽃내(Fig. 25)는 부추 4%, 멸치액젓 14.07%에서 가장 낮게 나타났으나 불쾌한 맛과 냄새(Fig. 25)는 부추 12%, 멸치액젓 4.69%에서 가

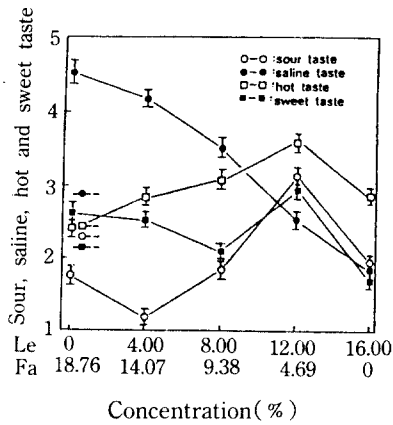


Fig. 22. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the sour, saline, hot and sweet taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

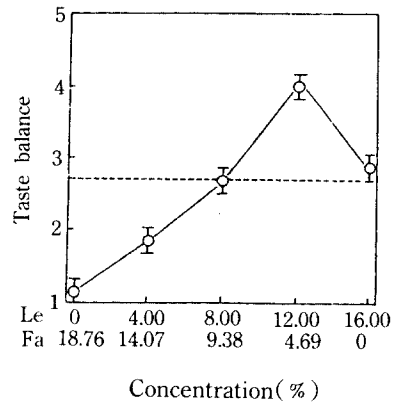


Fig. 24. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the taste balance of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

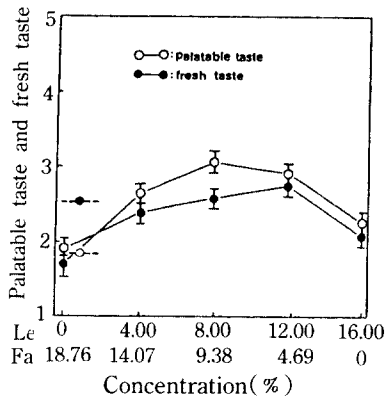


Fig. 23. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the palatable and fresh taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hour at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

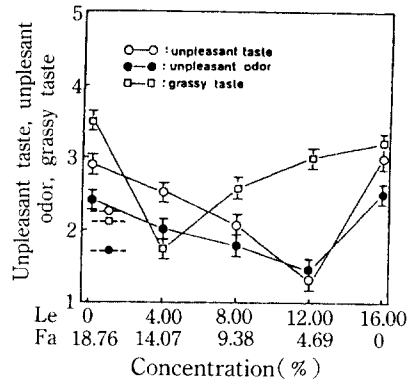


Fig. 25. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the unpleasant taste, unpleasant odor and grassy taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

장 낮게 평가되었으며 혼합의 균형이 맞지 않을 경우에 높은 값을 나타내었다(Fig. 26). 김치의 색상(Fig. 27)은 부추 12.00% + 멸치액젓 4.69%

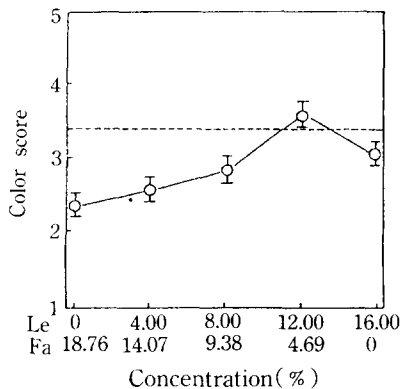


Fig. 26. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the color score of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

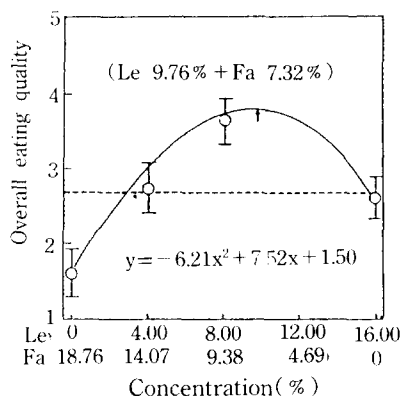


Fig. 27. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the overall eating quality of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

의 혼합조건을 제외하고는 전반적으로 대조김치의 색상보다 좋지 못한 평가를 받았다. 종합

적인 품질로서 평가한 부추와 멸치액젓의 최적 혼합조건은 부추 9.76% + 멸치액젓 7.32%였으며 이 결과는 타 관능적 품질과 거의 일치하였다.

한편 비타민 C의 함량(Fig. 28)은 조직에서는

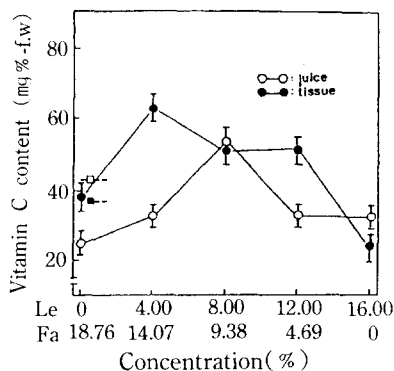


Fig. 28. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the vitamin C content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C . Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

부추 4.00% + 멸치액젓 14.07%를 중심으로 가장 높고 국물에서는 부추 8.00% + 멸치액젓 9.38%에서 가장 높음을 볼 수 있으며 부추와 멸치액젓의 농도가 각각 이보다 높거나 낮은 경우에는 그 함량이 감소하였다. 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>(Fig. 29)는 최적혼합조건 범위에서 최대치를 보인 반면 total carotene과 β-carotene 함량(Fig. 30)의 최대치는 다같이 부추 8.00% + 멸치액젓 9.38%였다.

#### 4) 소금과 설탕의 상호작용

고추와 마늘, 생강과 파, 부추와 멸치액젓의 상호작용에서 얻어진 최적 혼합조건을 각각 고정하고 설탕과 소금의 농도를 0~4.64% 및 9.00~3.00% 범위로 각각 변화시키면서 상호작용을 조사한 결과는 Fig. 31~40 과 같다.

설탕은 배추김치 부재료로서의 사용빈도가 27% (Table 1)로 낮은 편이나 소금은 김치의 간을

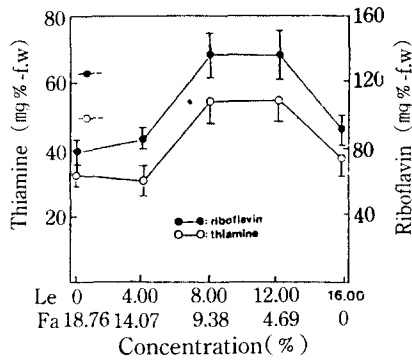


Fig. 29. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the thiamine and riboflavin content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

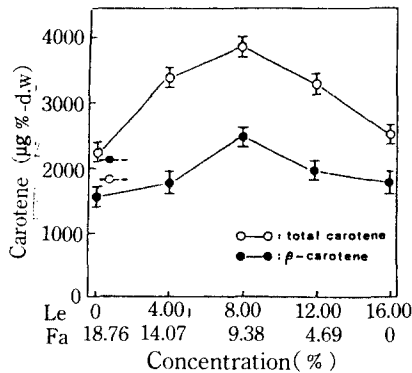


Fig. 30. Effect of leek(Le) and fermented anchovy juice(Fa) concentration on the total carotene and β-carotene content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

조정해 줄 뿐만 아니라 원형질을 유리시켜 젓산발효를 가능케 해 주는 중요한 구실을 하며 김치의 저장성과도 밀한 관계가 있다<sup>65,66</sup>. 최근 저염식이 보편화되고 있는 것은 소금의 과다섭취로 인한 영양적 제 문제점에 따른 식생활 기호도의 변천에 의한 결과로 판단되나 김치에서의 구체적인 농도는 조사되지 못한 실정에 있다.

설탕과 소금농도의 상호변화에 따른 pH 변화

(Fig. 31)는 소금의 농도가 낮을수록, 설탕의 농도는 높아질수록 낮은 값을 보여 숙성이 촉진됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 신맛의 평가에서도 일치한다. 그리고 설탕과 소금 첨가량

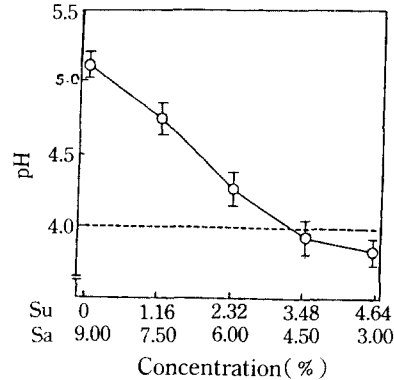


Fig. 31. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the pH of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

의 변화는 매운맛에 큰 영향을 미침을 알 수 있는데(Fig. 32) 짠 소금맛보다는 단맛이 매운맛을

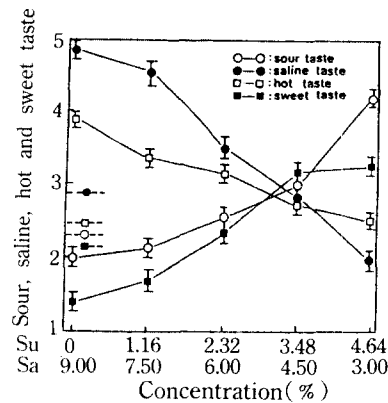


Fig. 32. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the sour, saline, hot and sweet taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

감소시키는 것으로 사료된다. 설탕량의 증가와 소금량이 감소되는 조건에서는 김치의 감칠맛과 신선한 맛(Fig. 33)이 증진되었다. 맛의 균형(Fig. 34) 역시 동일한 경향이나 설탕농도가 4.64%

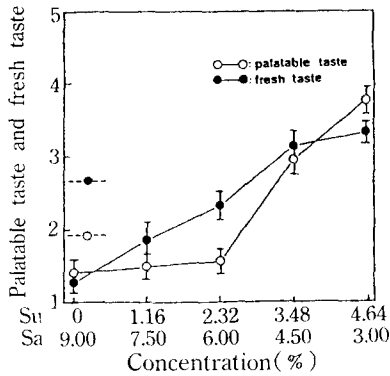


Fig. 33. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the palatable and fresh taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

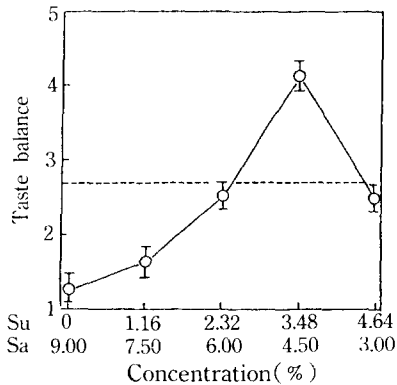


Fig. 34. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the taste balance of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

로 높고 소금농도가 3.00% 정도로 낮을 경우 평가치가 낮아지는 경향을 보였다. 불쾌한 맛과 냄새 및 풋맛(Fig. 35)은 소금의 농도가 높고

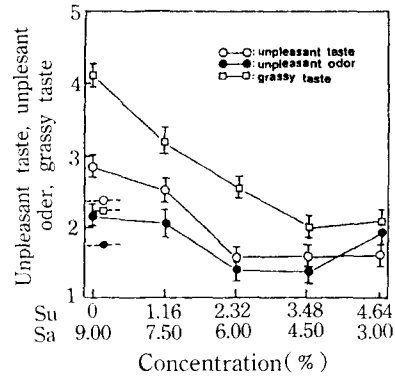


Fig. 35. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the unpleasant taste, unpleasant odor and grassy taste of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

설탕량이 적을수록 높게 나타났으나 색상(Fig. 36)은 유의성이 없었다. 관능적인 품질로서 구한

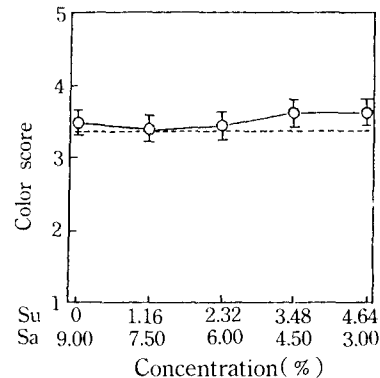


Fig. 36. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the color score of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.



설탕과 소금의 최적혼합조건(Fig. 37)은 설탕 3.29% + 소금 4.80%이었다. 한편 설탕과 소금의

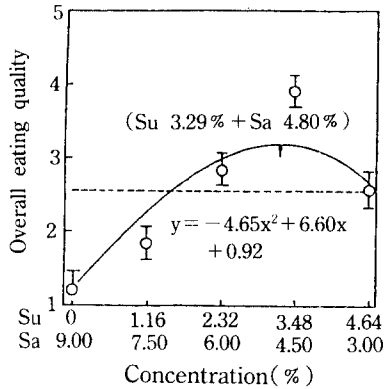


Fig. 37. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the overall eating quality of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi. Sensory scores are the same as described in Table 3.

양적변화에 따른 비타민 C의 함량(Fig. 38)은 국물에서는 설탕농도가 높고 소금의 농도가 낮을수록 증가하였으나 조직에서는 이와 반대의 현상을 나타내었다. 이러한 현상은 소금의 농도

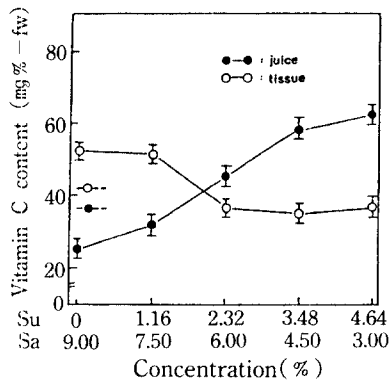


Fig. 38. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the vitamin C content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

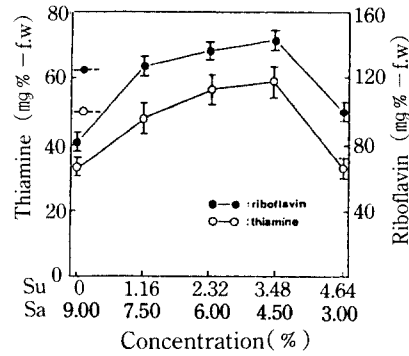


Fig. 39. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the thiamine and riboflavin content of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

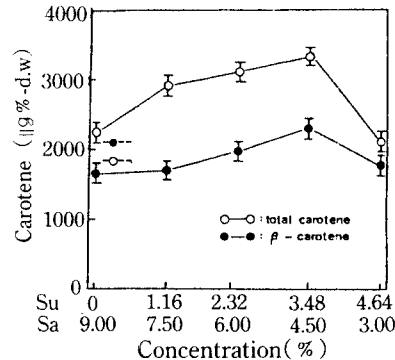


Fig. 40. Effect of sugar(Su) and salt(Sa) concentration on the total carotene and β-carotene of the Chinese-cabbage Kimchi. The Kimchi was fermented for 40 hours at 20°C. Dotted line denotes the values of the control Kimchi.

가 낮고 설탕의 농도가 높을수록 발효가 촉진되어 조직의 연화정도가 심하게 이루어져 수용성 성분이 즙액으로 쉽게 용출되는 때문으로 생각된다. 종합적 품질평가에서 최대값을 얻은 소금과 설탕의 최적혼합조건에서 비타민 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>, total carotene과 β-carotene의 함량 역시 높았다 (Fig. 37~40).

2. 모델화 김치의 품질

1) 모델화김치의 부재료

부재료의 상호작용과 혼합비율의 모델화 실험에서 구한 부재료의 혼합 비율을 정리한 결과는 Table 4와 같다. 이 결과는 배추김치 관련문헌에서 사용한 부재료의 평균량(Table 2)으로 담근 대조김치의 경우보다 고추의 경우는 2배, 생강은 3배, 마늘은 2배, 부추는 2.4배, 멸치액젓은 1.6배, 설탕은 2.8배로 높은 양이었으며, 파의 경우는 0.93배로 오히려 낮은 값을 보였다. 또 소금의 양은 3% 보다 높은 4.8% 였다.

이와같이 부재료의 양이 평균값보다 높은쪽에서 관능적 품질이 양호한 것은 각종의 부재료에 기인된 맛성분 상호간의 작용에 의한 맛의 조화와 이 조건에서 주요성분의 함량이 전반적으로 높은 것과 관련이 있을 것으로 생각된다.

2) 가식기간과 품질

모델화된 김치의 품질을 조사할 목적으로 김치를 담근 후 20°C에서 숙성시키면서 pH와 신맛의 변화 및 젖산균수를 대조구와 상호 비교해본 결과는 Fig. 41과 같다. 즉 숙성 70시간까지는 모델김치가 대조구에 비하여 높은 pH를 보였으며 산미에서도 발효후기 까지도 낮은 강도를 나타내었다. 또 모델화 김치의 숙성 40시간째의 젖산균수는 대조김치의  $3.2 \times 10^6$  cell/ml보다 현저히 높은  $8.0 \times 10^{10}$  cell/ml를 나타내었다. 이와같이 모델김치에서 젖산균수가 현저하게 높아 발효작용은 촉진되면서 산미와 pH에서 숙성지연효과가 나타나고 있는 것은 부재료가 가지는 buffer작용<sup>6)</sup>을 비롯하여 부재료의 양적증가로 인하여 이들이 가지는 맛의 혼합효과 등 다양한 작용이 있음을 말해주고 있다. 또 숙성기간에 따른 관능적인 종합적 품질변화를 조사한 결과(Fig. 42)에서도 모델김치는 20°C에서의 발효 10시간까지는 대조구보다 먹기에 알맞지 않았으나 20시간 후부터는 오히려 더 좋은 맛을 가졌는데 대조김치의 경우 숙성 40시간 이후부터 급격한

질적하락을 보인 반면 모델김치에서는 100시간

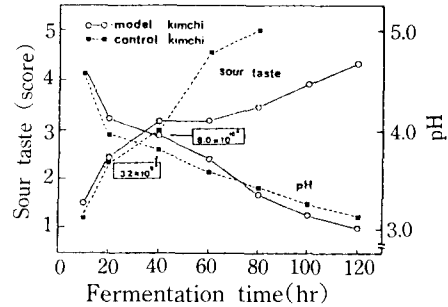


Fig. 41. Changes in sour and pH of model Kimchi during fermentation at 20°C. The scores of sour taste are the same as described in Table 3. Star marks represents number of lactic acid bacteria.

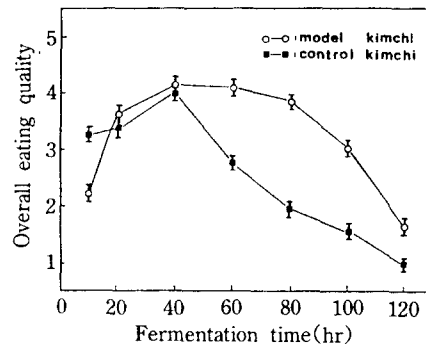


Fig. 42. Changes in overall eating quality of model kimchi during fermentation at 20°C. The scores of overall eating quality are the same as described in Table 3.

까지 품질이 양호하게 유지되었다. 모델김치의 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C 및 β-carotene의 함량(Fig. 43, 44)에 있어서도 전 가식기간을 통하여 대조김치보다 높게 유지되었다.

Table 4. Ingredients ratio of model Kimchi theoretically computed by statistic analysis system from experimental data obtained by systematic variation method

Ingredients	Ratio
Chinese cabbage	100.00
Red pepper powder	4.66(2.24)
Ginger	2.94(0.92)
Garlic	3.45(1.70)
Green onion	2.78(2.98)
Leek	9.76(4.00)
Fermented anchovy juice	7.32(4.69)
Sugar	3.29(1.16)
Salt	4.80(3.00)

Parenthesis denotes the ratio of ingredients in control Kimchi.

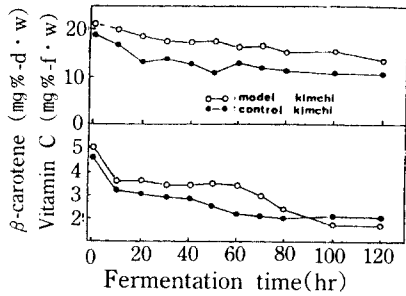


Fig. 43. Changes in vitamin C and β-carotene content of model Kimchi during fermentation at 20°C.

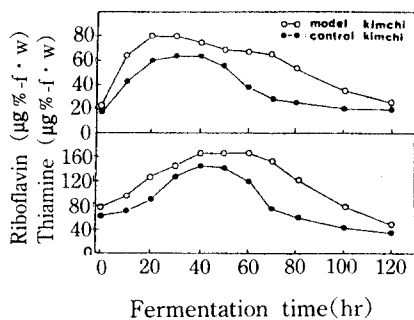


Fig. 44. Changes in thiamine and riboflavin content of model Kimchi during fermentation at 20°C.

### 3) 연화 및 조직의 선도와 관련된 효소의 활성

모델김치에서 내적인 숙성이 촉진되는 반면 신맛, pH 등 숙성이 지연 되는 현상을 효소적으로 검토해 보기 위하여 조직의 연화와 밀접한 관련<sup>55,56,68-72)</sup>이 있는 polygalacturonase와 β-galactosidase의 활성변화를 조사해 보았다(Table 5, 6).

그 결과 pectin질의 α-1,4 가교결합의 절단에 관여하는 polygalacturonase<sup>73-75)</sup>의 활성은 숙성기간동안 특히 20 및 60 시간째는 대조김치가 모델김치에 비하여 유의적으로 높음을 볼 수 있으나 세포벽 cellulose와 pectin질을 가교하는 arabinogalactan, galactan 등<sup>54-56,74,75)</sup> β-1,4결합으로 이루어진 hemicellulose의 galactose chain의 절단에 관여하는 β-galactosidase<sup>101)</sup>의 활성은 전 숙성기간을 통하여 모델김치에서 오히려 높았다. 모델김치에서 β-galactosidase활성이 높은 현상은 세포간 물질인 pectin의 분해가 적은 반면 세포벽과 pectin질을 가교하는 hemicellulose의 붕괴가 더욱 활발히 일어나는 현상으로 모델김치가 대조김치보다 신선미와 조직의 유연성을 주어 물성이 향상된 것으로 해석된다.

Table 5. Polygalacturonase activity of modeled Kimchi during fermentation at 20°C

Fermentation periods( hr.)	(uronic acid $\mu\text{g/hr}/100\text{g}$ of f.w.)	
	Control kimchi	Model kimchi
0	210.2 <sup>a</sup>	200.5 <sup>c</sup>
20	809.5 <sup>b</sup>	572.6 <sup>d</sup>
40	1511.9 <sup>a</sup>	1515.5 <sup>a</sup>
60	809.5 <sup>b</sup>	700.0 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>The different letters beside the mean(three experiments) values are significantly different at 5%.

Table 6.  $\beta$ -Galactosidase activity of model kimchi during fermentation

Fermentation periods(hr.)	(p-nitrophenol $\mu\text{mol/hr}/100\text{g}$ of f.w.)	
	Control kimchi	Model kimchi
0	100.0 <sup>01</sup>	260.0 <sup>b</sup>
20	154.0 <sup>c</sup>	575.0 <sup>a</sup>
40	240.5 <sup>cd</sup>	245.2 <sup>cd</sup>
60	220.2 <sup>d</sup>	259.5 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>The different letters beside the mean(three experiments) values are significantly different at 5%.

## 요 약

배추김치 담금시 바람직한 부재료의 혼합조건을 검토하기 위하여 systematic variation method에 의한 부재료 혼합비율을 모델화하여 김치를 담근 후 숙성중 pH, 산도, 비타민류, carotene, 색상 및 관능적 품질평가, 균수, polygalacturonase,  $\beta$ -galactosidase의 활성변화를 측정된 결과를 요약하면 다음과 같다.

고추가루와 마늘의 상호작용을 조사한 결과 마늘의 농도가 높고 고추가루의 농도가 낮을수록 pH가 감소되었으며 고추가루와 마늘의 함량이 어느 한쪽으로 치우쳐 많을 경우 불쾌한 맛과 냄새가 좋지 않았다. 마늘의 농도가 높을수록 김치소식의 비타민 C함량이 국물로 이행되었고 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 및 carotene의 함량은 고추가루 함량이 높고 마늘함량이 낮을 수록 증가하였다. 종합적인 품질로서 구한 최적혼합비율은 고추가루 4.66% + 마늘 3.45%이었다.

생강과 파의 경우 pH는 생강이 1.84%로 증

가하고 파는 5.96%까지 감소 할수록 높아졌으나 생강량이 더욱 많아지고 파의 양이 더욱 적어질 경우 오히려 낮아지는 경향이였다. 신선한 맛과 감칠 맛의 강도는 생강이 2.76%로 증가하고 파는 2.8%로 감소함에 따라 커졌으며 신맛, 짠맛, 배운 맛의 균형은 생강의 양이 증가하고 파의 양이 감소할수록 양호하였다. 종합적인 품질로서 구한 최적혼합조건은 생강 2.94% + 파 2.78%였으며 이 조건에서 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 및 C의 함량은 높았다.

부추와 멸치액젓의 경우, pH는 부추의 양이 많고 멸치액젓이 적을수록 낮아졌으며 산미, 배운맛 및 단맛은 부추 12%, 멸치액젓 4.69%에서 양호 하였다. 감칠맛과 신선한 맛은 양자중 어느 하나가 지나치게 많거나 적을 경우에 낮은값을 보였다. 종합적 품질로서 구한 최적혼합조건은 부추 9.76% + 멸치액젓 7.32%이었으며 이조건에서 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C 및 carotene함량도 높았고 기타 관능적 품질도 양호하였다.

소금과 설탕의 상호작용을 조사한 결과 pH는 설탕의 양이 높고 소금량이 낮을수록 낮았으며

소금의 짠맛보다 설탕의 단맛이 매운맛을 감소시키는 효과를 나타내었다. 감칠맛과 신선한 맛은 소금량이 적고 설탕량이 증가할수록 증진되었다. 종합적인 품질로서 구한 최적혼합조건은 설탕 3.29% + 소금 4.80%이었으며 이 조건에서 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C 및 carotene 양이 높았다. 관능적 품질로서 구한 부재료의 최적혼합조건으로 담근 모델 김치를 20°C에서 숙성시킨 결과 대조군보다 젖산균수는 높은 반면 pH 4.0 이하가 되는 기간이 현저히 연장되었으며 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C 및 carotene의 함량이 전가시간을 통하여 높았다. 또한 전가시간동안 polygalacturonase의 활성은 낮은 반면,  $\beta$ -galactosidase의 활성이 높았다.

### 참 고 문 헌

- 이성우. 김치의 문화, 식품과학, 21(1) : 41, 1988.
- 한국음식문화원. 한국음식문화원 논문집, 제 2집, 143, 1989.
- 정동효. 김치성분에 관한 연구, 제 3보, 동치미의 산화환원전위에 대하여, 한국식품과학회지, 2(2) : 34, 1970.
- 최신양. 김치발효와 보존성, 한국식품과학회지, 2(1) : 19, 1988.
- 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙. 깍두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리 효과, 한국영양식량학회지, 15(1) : 39, 1986.
- 김순동, 김미정. 무우의 소금절임과정 중 소금의 침투와 칼슘의 용출, 한국영양식량학회지, 17(12) : 110, 1988.
- 이승교, 전승규. 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향, 한국영양식량학회지, 11(3) : 63, 1982.
- 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화. 김치의 저장중 향미성분의 변화, 한국식품과학회지, 20(4) : 511, 1988.
- 이서래. 김치의 맛과 영양, 식품과 영양, 8(2) : 20, 1987.
- 신선영. 김장김치와 양념사용, 식품과 영양, 5(4) : 27, 1984.
- 최국지. 김치에서 분리한 효모에 관한 연구, pectinase의 활성에 관하여, 강원대 연구논문집, 11, 93, 1977.
- 이태영, 김집식, 정동효, 김호식. 김치성분에 관한 연구, 제 2보, 김치 숙성 과정에 있어서의 비타민 함량변화, 과연취보, 5(1) : 43, 1960.
- 이양희, 양익환. 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국농화학회지, 13(3) : 207, 1970.
- 민태익, 권태완. 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16(4) : 443, 1984.
- 이신호, 김순동. 김치의 부재료가 김치숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지, 17(3) : 249, 1988.
- 김호식, 전재근. 김치발효 중의 세균의 동적 변화에 관한 연구, 원자력연구논문집, 6, 112, 1966.
- 이철호. Kimchi, 한국채소저장 식품, 한국식품과학회지, 1(4) : 395, 1986.
- 조남철, 전덕영. 신말식, 홍윤호, 임현숙. 마늘의 농도가 김치 미생물에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 20(2) : 231, 1988.
- 조남철, 전덕영. 김치에서 분리한 호기성세균의 생육에 대한 마늘의 영향, 한국식품과학회지, 20(3) : 357, 1988.
- 노완섭, 허유행, 오현근. 김치의 발효숙성에 관여하는 미생물의 소장에 관한 연구, 서울보전논문집, 1, 15, 1981.
- 김명희, 신말식, 전덕영, 홍윤호, 임현숙. 재료를 달리한 김치의 품질, 한국영양식량학회지, 16(4) : 268, 1987.
- 이규상. 한국산 여름김치숙성 중의 질산염 및 아질산염 소장에 관한 연구, 동국대석사논문, 1980.
- 정하숙, 고영태, 임숙자. 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid의 안전성에 미치는 영향, 한국영양학회지, 18(1) : 36, 1985.
- 홍완수, 윤선. 열처리 및 겨자유의 첨가가

- 김치발효에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 21(3) : 331, 1989.
25. 조영, 이혜수. 김치의 맛성분에 관한 연구, 유리아미노산에 관하여, 한국식품과학회지, 11(1) : 26, 1979.
  26. 유재연, 이혜성, 이혜수. 재료의 종류에 따른 김치의 유기산 및 휘발성 향미 성분의 변화, 한국식품과학회지, 16(2) : 169, 1984.
  27. 이선화, 우순자. 배추김치 숙성 중 일부 첨가재료가 질산염, 아질산염 및 비타민 C 함량에 미치는 영향, 한국식문화학회지, 4(2) : 161, 1989.
  28. 안승요. 김치제조에 관한 연구, 제 1보, 조미료첨가가 김치발효에 미치는 효과, 국립공업연구소 연구보고, 20, 61, 1970.
  29. 조재선. 김치의 이화학적 특성, 식품과학, 21(1) : 25, 1988.
  30. 이승교, 김화자. 절임조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량변화, 한국영양식량학회지, 13(2) : 131, 1984.
  31. Ha, J.H. Hawer, W.S and Nam, Y.J. Changes of free sugars in kimchi during fermentation, Korean J.Food Sci.Technol, 21(5) : 633, 1989.
  32. 이태영, 이정원. 김치숙성중의 비타민 C 함량의 소장 및 galacturonic acid의 첨가효과, 한국농화학회지, 24(2) : 139, 1981.
  33. 김순동, 이신호. pH 조절제 sodium malate buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지, 17(4) : 358, 1988.
  34. 윤진숙, 이혜수. 김치의 휘발성 향미성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 9(2) : 116, 1977.
  35. 남궁석, 조종후. 김치류의 저장중 pH 및 질산염과 아질산염 함량의 변화, 한국영양식량학회지, 15(1), 1982.
  36. 엄옥금, 김순동. 김치의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장 처리 효과, 효대논문집, 1984.
  37. 김수현, 이응호, 河端俊治, 石橋亨, 遠藤隆和, 松居正己. 김치숙성중 N-nitrosamine의 생성 요인에 관한연구, 한국영양학회지, 13(3) : 291, 1984.
  38. 천종희, 이혜수. 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(2) : 90, 1976.
  39. 김우정, 구경형, 조한옥. 김치의 절임 및 숙성과정 물리적 성질의 변화, 한국식품과학회지, 20(3) : 483, 1988.
  40. 유주현, 유효상, 김명희, 유행준, 문동상, 황규인. 김치발효중 aspartame 의 분해, 한국식품과학회지, 21(1) : 45, 1989.
  41. 강군중. 김치숙성중의 유기산의 소장에 관한 연구, 진주농전대논문집, 19, 243, 1981.
  42. 조재선, 남창우. 김치류 및 절임류의 표준화에 관한 조사연구, 동대석사 논문집, 9, 199, 1979.
  43. 김현옥, 이혜수. 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7(2) : 74, 1975.
  44. 이용호, 이혜수. 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화, 한국조리과학회지, 2(1) : 54, 1986.
  45. 박길동, 이철, 윤석인, 하승수, 이영남. 김치의 숙성과정 중 조직감 변화, 한국식문화학회지, 4(2) : 167, 1989.
  46. 유은주, 신말식, 전덕영, 홍운호, 임현숙. 마늘 첨가량을 달리한 김치의 펙틴질의 변화, 한국조리과학회지, 4(1) : 59, 1988.
  47. 김호식, 조덕현, 이춘영. Gas chromatography에 의한 김치의 유기산 검색, 콩나물의 유기산, 서울대 논문집, 14, 1, 1963.
  48. A.O.A.C.. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 771, 1970.
  49. A.O.A.C.. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 774, 1970.
  50. 이만정. 식품분석, 동명사, 서울, p186, 1984.
  51. 장경숙, 김미정, 오영애, 감명수, 김순동. 배추김치의 숙성 중 부재료와 젖산균에 따른

- carotene의 함량변화, 한국영양식량학회지, 20(1) : 5, 1991.
52. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.. Laboratory methods in Food and Dairy Microbiology, Academic Press, London, N. Y., 361, 1976.
  53. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.. Laboratory methods in Food and Dairy Microbiology, Academic Press, London, N. Y., 347, 1976.
  54. 신승렬, 하유덕, 김진구, 김순동, 김광수. 감과실의 성숙과 추종의  $\beta$ -galactosidase 활성 변화 및 특성, 한국영양식량학회지, 9(6) : 605, 1990.
  55. 신승렬, 김주남, 김순동, 김광수. 감과실의 성숙과 추숙종의 세포벽 구성성분의 변화, 한국식품과학회지, 22(7) : 738, 1990.
  56. 신승렬, 송준희, 김순동, 김광수. 감과실의 성숙과 추숙종의 세포벽 다당류의 비섭유성 단당류의 변화, 한국식품과학회지, 22(7) : 743, 1990.
  57. Somogyi-Nelson, N.. 日本食品工業學會, 食品分析法編集委員會編, 食品分析法, 光琳(日本), 170, 1982.
  58. H. Stone and J. Sidel. Sensory evaluation practices, 2nd ed., Academic Press, 1993.
  59. Chung, S.R. and Lee, S.W.. Approach to the optimum conditions for growth and alkaloid synthesis in *Lycopersicon esulentum* by the method of systematic variations, J. Kor. Soc. Hort. Sci., 11, 1, 1972.
  60. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천. SAS를 이용한 통계자료분석, 자유아카데미, 서울, 123, 1992.
  61. 조재성, 이광진. 농업생물실험통계학, 선진문화사, 서울, 188, 1990.
  62. 이신호, 김순동. Starter첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지, 17(4) : 342, 1988.
  63. 김창식. 한국김치의 저장에 관하여, 제 1보, 병조림, 경대논문집, 2, 221, 1958.
  64. 한국보건사회연구원. 한국인의 영양권장량 (제5차개정), 고문사, 서울, 1989.
  65. 조영, 이해수. 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향(I), 한국조리과학회지, 7(1) : 15, 1991.
  66. 이해수. 김치의 조리과학적 연구, 염도를 달리한 비휘발성 유기산에 관한 연구, 서울대가정대 논문집, 1, 69, 1976.
  67. 장경숙. 김치용 천연 pH 조정제 연구, 한국영양식량학회지, 18(3) : 321, 1989.
  68. Selvendran, R.R.. Analysis of cell wall material from plant tissues, Extraction and purification, Phytochem., 14, 1011, 1975.
  69. Jarvis, M.C., Hall, M.A., Thelfall, D.R. and Friend, J.. The polysaccharide structure of potato cell walls, Chemical fractionation., Planta, 152, 93, 1981.
  70. Jarvis, M.C.. The proportion of calcium-bound pectin in plant cell walls, Planta, 154 : 344, 1982.
  71. Gross, K.C. and Wallner, S.J.. Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening, Plant Physiol., 63, 117, 1979.
  72. 김순동, 강명수, 김광수. 고추의 성숙에 따른 세포벽 다당류의 변화와  $\beta$ -galactosidase Isozyme의 분리, 한국영양식량학회지, 14(2) : 157, 1985.
  73. 구영조, 최신양. 김치의 과학기술, 한국식품개발연구원 기술신서, 제 2집, 창조, 1991.
  74. 김순동, 박남숙, 강명수. 감의 연화와 관련된 세포벽 다당류의 변화, 한국식품과학회지, 18(2) : 158, 1986.
  75. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙. 고추과실 세포벽 Pectin질의 연화에 따른 변화, 한국영양식량학회지, 15(1) : 171, 1986.