

## 시금장의 제조방법 조사 및 맛의 통계적 평가

최웅규 · 손동화\* · 지원대 · 최동환 · 김영주 · 이성원\*\* · 정영건  
영남대학교 식품가공학과, \*대구산업정보대학 조리과  
\*\*영남대학교 통계학과

### Producing Method and Statistical Evaluation of Taste of *Sigumjang*

Ung-Kyu Choi, Dong-Hwa Son\*, Won-Dae Ji, Dong-Hwan Choi,  
Young-Ju Kim, Seong-Won Rhee\*\* and Yung-Gun Chung  
Department of Food Science and Technology, Yeungnam University  
\*Department of Food Preparation, Taegu Polytechnic College  
\*\*Department of Statistics, Yeungnam University

#### Abstract

This study was conducted to standardize the quality of *sigumjang*. The characteristic of producing method for *sigumjang* had smoking step. The major component of the amino acids of *sigumjang* was proline followed by valine, glutamic acid and alanine. Among the organic acids, only acetic acid and propionic acid were detected. The sugar component of *sigumjang* was composed of glucose predominantly, followed by maltose and fructose. The relation between taste components and sensory scores was analyzed by method of multiple regression analysis. Correlation between contents of taste components and sensory scores were significantly low. Among components of *sigumjang* inositol and fructose had the highest correlation with sensory scores. The result of multiple regression analysis, taste of *sigumjang* was explained about 90% with 16 taste components in case of relative value transformed with logarithm and 17 taste components in case of absolute value.

Key words: *sigumjang*, taste components, multiple regression analysis

## 서 론

보리등겨를 원료로 한 시금장은 경상도 지역에서 겨울철 밀반찬으로 즐겨 먹는 우리나라 고유의 전통장류<sup>(1)</sup>로 된장, 고추장, 청국장 등과는 그 제조방법과 맛에 큰 차이를 갖고 있다. 시금장은 발효가 매우 빠른 식품으로, 색깔이 거무스름하며 소금을 많이 넣지 않아 된장에 비해 짜지 않은 것이 특징이다.

고품질의 등겨장을 대량생산하기 위해서는 제조 공정을 표준화하고, 품질 특성 등을 밝힘으로써 등겨장의 품질 표준화를 추구하는 연구가 절실히 요구되고 있으나, 현재까지 시금장에 관한 연구로는 정 등<sup>(2)</sup>이 시금장 메주의 제조법과 성분에 관해 조사하였고, 최<sup>(3)</sup>가 경상도 지역에서 시금장을 구입하여 성분을 조사

하였을 뿐, 맛성분이 시금장의 맛에 어떻게 영향을 미치는 지에 관해서는 연구된 바가 없다.

본 연구자들은 시금장의 제조방법을 조사하고 시금장의 각종 맛성분과 관능검사 점수사이의 관계를 통계적으로 분석하여 시금장의 맛에 영향을 미치는 성분을 밝혀 시금장의 품질표준화와 대량생산을 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시료 및 관능검사

경상북도 지역에서 재래식으로 판매되고 있는 시금장 31종을 구입해 시금장을 먹어본 경험이 있는 관능검사요원 25명을 선발하여 9점법으로 각 시료의 맛을 채점했다. 그 기준은 대단히 뛰어나면 9점, 뛰어나면 7점, 보통 5점, 떨어지면 3점, 대단히 떨어지면 1점으로 하였으며, 각 패널원의 채점합계를 각 시료의 관능

Corresponding author: Yung-Gun Chung, Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Dae-dong, Kyeongsan city, Kyeongsangbuk-do, Korea, 712-749

검사 점수로 하였다<sup>6)</sup>.

**제조방법**

시금장을 재래식으로 제조, 판매하는 민가 25군데를 대상으로 방문조사를 통하여 제조방법을 설문조사하였다.

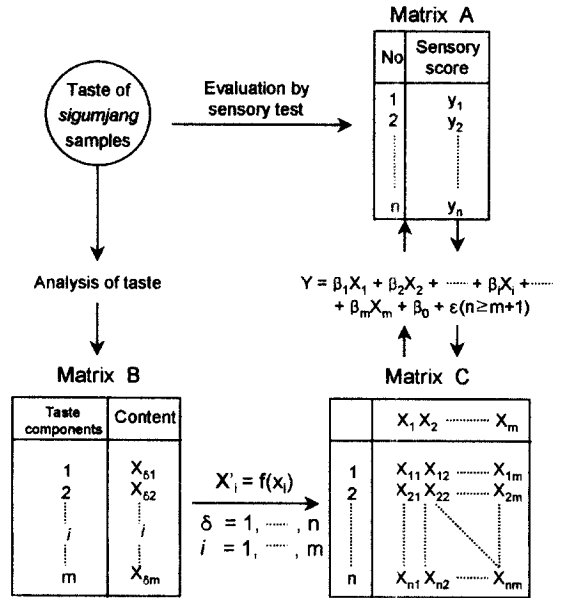
**유기산, 유리당 및 유리아미노산 분석**

유기산, 유리당 및 유리아미노산은 임 등의 방법<sup>6)</sup>에 따라 분석하였다. 즉, 시금장 200 g을 80% ethanol 800 mL 85°C에서 2시간 동안 환류추출한 후 여과한 여액을 감압건조시킨 다음 초순수를 첨가하여 100 mL로 정용하여 amberlite IR-118H와 amberlite IRA-400이 각각 충전된 칼럼에 연속 통과시켰다. 양이온 교환수지에 흡착된 아미노산은 5% NH<sub>4</sub>OH 용액 300 mL로 용출시켜 감압농축한 후 0.2 N sodium citrate (pH 2.2)로 5배 희석한 다음 membrane filter (0.2 μL로 여과한 액 20 μL를 아미노산 자동분석기로 분석하였다. 음이온 교환수지에 흡착된 유기산은 6 N-formic acid 300 mL로 용출시켜 감압농축하고 5 mL로 정용한 후 membrane filter (0.45 μm)로 여과하여 20 μL를 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 이때 사용한 HPLC는 Young-In HPLC 9500 system을 사용하였고 column은 Supelco gel C-610H이었다. 유리당은 양이온교환수지와 음이온교환수지가 각각 충전된 칼럼을 모두 통과한 액을 감압농축하여 membrane filter (0.2 μm)로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 이때 사용한 HPLC는 Young-In HPLC 930 pump이었고, column은 Rezex RNM, RPM (7.8×300 mm, Phenomenex, U.S.A.)를 사용하였다.

**중회귀 분석**

중회귀분석은 Aishima와 Nobuhara<sup>6)</sup>의 방법에 따라 분석하였다. 관능검사와 맛성분과의 관계는 일반적으로는 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 시금장시료 n개의 맛을 각각 관능검사로 채점하고 행렬 A에 나타나는 것처럼 각 시료에 대응하는 1군의 관능검사 점수를 얻었다. 이때, 각각의 시금장에 대한 관능검사 점수는  $Y=(y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_n)$ ,  $1 < i < n$ 으로 표시할 수 있다. 또, 시금장의 맛을 가능한 한 본래의 조직 성분을 지닌 상태에서 추출해 분석하여 행렬 B에 나타나는 것처럼 m개의 맛성분을 각 시금장시료에 대해 얻었다.

만약, 시금장 맛에 영향을 미치는 성분이 m개라면 각각의 성분은  $(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{im})$ ,  $1 < j < m$ 으로 표시되고 결과적으로 모든 시료의 맛성분 분석치는  $n \times m$ 개의



**Fig. 1. Scheme for relation between sensory test and taste components of traditional sigumjang.**

행렬 C로 나타내어진다. 이 두가지 행렬 A와 C의 관계를 중회귀분석으로 해석하였다.

맛성분의 분석치를  $x'_i=f(x_i)$ 로 변환해 행렬 C를 산출하는 의미는 각 성분량과 관능검사점수 간의 비직선관계가 존재했을 때 이들의 관계를 직선관계에 근사시켜 고정밀도 분석을 하기 위하여 변수변환을 실시하였기 때문이며, 본 실험에서는 Table 1에 나타난 간단한 변수함수를 이용해 변환하였다. 대수변환에서 1.0을 더한 이유는 어떤 성분이 존재하지 않는 시료를 분석하였을 경우, 변환에 의해 0을 얻기 위해서이며, 평방근 변환에서  $1 \times 10^{-10}$ 을 더한 이유는 0의 평방근을 계산하는 것을 피하기 위해서이다.

중회귀식은 (1)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \beta_m X_m + \epsilon \dots \dots (1)$$

여기서 Y는 종속변수로서 관능검사점수를 나타내고,  $\beta_0$ 는 정수,  $\beta_n$ 는 편회계수,  $\epsilon$ 는 표준오차,  $X_i$ 는 각 맛성분의 집합으로써 독립변수를 나타낸다.

**Table 1. Transformation of independent variables**

	Absolute values	Relative values
1.	$X_i$	$X'_i = X_i / (\sum X_i \times 100)$
2.	$\ln(X_i + 1.0)$	$\ln(X'_i + 1.0)$
3.	$\sqrt{(X_i \times 10^{-10})}$	$\sqrt{(X'_i \times 10^{-10})}$

$\beta_0$ 와  $\beta_1$ 는 최소선형제곱법에 의해 계산되었고 이 등식은  $i > j$  이어야 성립이 된다. 본 실험에서는  $i$ 가 1-31,  $j$ 가 1-24였다. 중회귀분석에서 관능검사점수와 산출된 중회귀식에 입각하여 추정된 점수와의 상관계수는 중상관계수(R)이며,  $R^2$ 는 결정계수,  $R^2 \times 100$ 이 기여율로, 이 수치는 관능검사점수의 변동가운데 산출된 중회귀식에 의해 설명되는 비율을 나타낸다.

**단계적 중회귀분석**

Draper와 Smith<sup>(6)</sup>에 의하면 단계적 중회귀분석에서 변수를 선택하기 위해 몇가지 다른 연산법이 개발되어 왔지만 증감법(increasing and decreasing method)이 계산의 효율성과 분석의 정확성을 고려할 때 가장 적합한 방법으로 여겨지므로 맛성분 함량과 관능검사점수사이의 관계는 증감법을 사용하여 분석하였다. 단계적 중회귀분석은 어떤 변수의 유의성 정도가 다른 변수가 들어가게 됨에 따라 바뀌기 때문에 각각의 단계에서 각 독립변수에 대한 분산분석으로부터 얻어진 F값을 기초로 가장 적합한 변수를 도입시켰다.

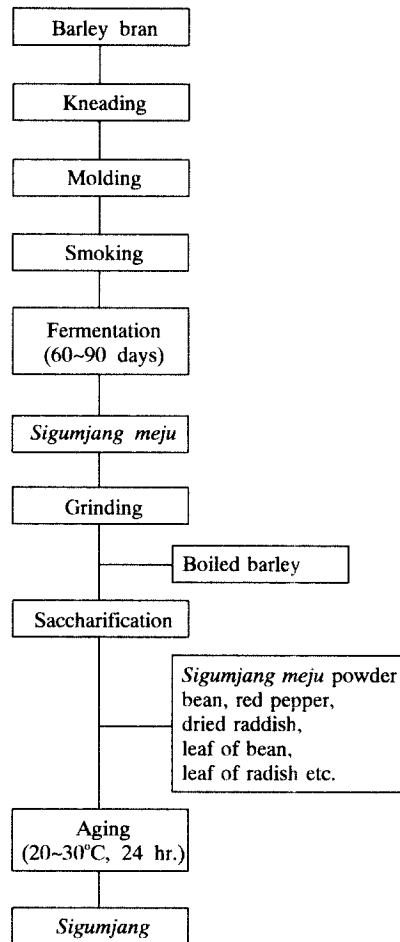
**결과 및 고찰**

**시금장의 제조방법**

시금장을 제조, 판매하는 경상북도 지역의 민가를 대상으로 제조방법을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 시금장을 담아먹는 시기는 주로 11월에서 2월 사이였다. 원료로는 보리등겨만 사용하였으며 성형과 혼련과정을 거친 후에 처마에 매달아 60~90일정도 발효시키면 시금장 메주가 완성된다. 이 메주를 미세하게 분쇄한 후 보리밥과 잘 섞고 약 5시간 동안 당화시킨다. 여기에 시금장 메주가루를 한번 더 넣어 뽀뽀하게 만들고 1~2일 동안 숙성시키며, 기호에 따라 콩가루, 고춧가루, 무말랭이, 콩잎, 풋고추, 무잎 등을 넣어서 먹는 것으로 조사되었다.

**시금장의 맛성분 분포 및 관능검사**

경상북도의 각 지역에서 무작위로 구입한 31종의 시금장으로부터 맛성분을 분석한 결과의 평균, 표준편차, 최대값, 최소값 및 관능검사값은 Table 2에 나타내었다. 아미노산은 총 17종이 분석되었으며 이 중 proline 함량이  $516.0 \pm 293.8$  mg%로 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났으며, valine, glutamic acid, alanine의 순으로 높았다. 유기산은 acetic acid와 propionic acid만이 검출되었으며, 그 함량은 각각  $137.7 \pm 72.6$  mg%와



**Fig. 2. Protocol for the preparation of traditional sigumjang.**

$16.2 \pm 18.3$  mg%였다. 유리당은 총 5종이 검출되었는데 이중 glucose의 함량이  $635.1 \pm 393.4$  mg%로 가장 많았으며, maltose, fructose, inositol, mannitol의 순이었다. 최<sup>(2)</sup>는 10종의 시금장을 채취하여 맛성분을 분석한 결과 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid 및 proline의 함량이 많았고, 당의 함량은 glucose가 가장 많았다고 하여 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였다. 정 등<sup>(1)</sup>은 시판 시금장 메주 12종을 구입하여 여러 가지 성분을 조사한 결과, 유리당의 함량은 maltose가 가장 많이 함유되어 있었으며 mannitol, inositol, glucose, fructose의 순으로 많았고, 아미노산의 함량은 proline, valine, alanine, tyrosine, glutamic acid의 순으로 많았다고 보고한 바 있다.

훈련된 27명의 관능검사 요원에 의해 시금장의 맛에 대한 관능검사를 9점법으로 실시한 결과, 가장 맛이 좋

**Table 2. Composition of free amino acids, organic acids, free sugars and sensory evaluation values in traditional *sigumjang***

No.	Components	Mean	S.D. <sup>1)</sup>	Max. <sup>2)</sup>	Min. <sup>3)</sup>
X <sub>1</sub>	Aspartic acid	83.2	65.4	280.4	0.0
X <sub>2</sub>	Threonine	128.4	93.2	469.9	37.5
X <sub>3</sub>	Serine	153.4	103.7	475.5	31.6
X <sub>4</sub>	Glutamic acid	311.3	253.5	970.6	0.7
X <sub>5</sub>	Glycine	77.1	62.1	297.1	13.3
X <sub>6</sub>	Alanine	256.4	144.4	641.8	77.3
X <sub>7</sub>	Valine	453.2	301.8	1374.5	119.1
X <sub>8</sub>	Cystein	51.8	59.3	286.2	2.5
X <sub>9</sub>	Methionine	74.1	64.3	298.6	17.7
X <sub>10</sub>	Isoleucine	118.9	91.3	430.6	32.1
X <sub>11</sub>	Leucine	211.8	157.3	667.3	41.1
X <sub>12</sub>	Tyrosine	119.0	84.7	355.2	15.5
X <sub>13</sub>	Phenylalanine	148.1	92.6	438.3	45.8
X <sub>14</sub>	Lysine	136.0	114.5	508.5	16.6
X <sub>15</sub>	Histidine	43.4	35.6	156.6	10.8
X <sub>16</sub>	Arginine	214.3	193.3	726.9	2.3
X <sub>17</sub>	Proline	516.0	293.8	1315.1	43.8
X <sub>18</sub>	Maltose	538.4	212.5	1176.9	305.4
X <sub>19</sub>	Glucose	635.1	393.4	1207.5	41.9
X <sub>20</sub>	Fructose	115.8	63.5	253.4	0.0
X <sub>21</sub>	Inositol	16.8	23.6	77.4	0.0
X <sub>22</sub>	Mannitol	12.4	19.2	71.7	0.0
X <sub>23</sub>	Acetic acid	137.7	72.6	302.0	34.9
X <sub>24</sub>	Propionic acid	16.2	18.3	0.0	61.0
Y	S.E.V. <sup>4)</sup>	152.7	29.8	193.0	61.0

<sup>1)</sup>S.D.: standard deviation.

<sup>2)</sup>Max.: maximum.

<sup>3)</sup>Min.: minimum.

<sup>4)</sup>S.E.V.: sensory evaluation value.

은 시금장의 점수는 193점이었고, 가장 맛이 나쁜 시금장의 점수는 61점이었다. 관능검사 점수가 180점 이상인 시료는 7종이었고, 150~169점은 9종, 130~149점은 7종, 139점 이하는 8종이었다. 이들의 평균값은 152.7점이었고, 표준편차는 29.8점이었다.

**각 성분함량과 관능검사 점수의 상관**

각각의 시금장의 관능검사 점수와 변수변환된 맛성분의 함량과의 상관계수를 산출한 결과는 Table 3과 같다. Glutamic acid, cystein, tyrosine, phenylalanine, lysine, maltose, fructose 및 inositol과 관능검사 점수사이의 상관계수가 유의성이 높은 것으로 나타났으며, 이 중 inositol의 상관계수가 모든 변수변환에서 0.677이상으로 가장 높은 상관을 보이는 것으로 나타났다. Maltose의 경우 절대값과 상대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였으며, cystein의 경우 절대값, 상대값 및 상대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였고, tyrosine

은 상대값과 상대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였다. Glutamic acid는 절대값과 상대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였고, lysine과 histidine은 상대값에서 높은 상관을 보였다. 그 외 proline과 acetic acid 등도 관능검사 점수와 유의한 상관이 있으며, aspartic acid, valine 및 lysine과같은 성분은 관능검사 점수에 거의 상관이 없는 것으로 나타났다.

Maltose와 inositol의 함량과 관능검사 점수와의 관계 중 절대값과 상대값의 대수변환의 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 관능검사 점수와 성분함량사이에는 유의한 관계가 있음에도 불구하고 단지 하나의 성분함량을 기준으로 시금장 맛의 품질을 측정한다는 것은 불가능하다는 것을 알 수 있었다.

**중회귀분석**

각각의 시료에서 24개씩의 맛성분이 중회귀분석되었으며, 그 중 몇몇 요소는 의도한 분석에 유의성이 없

Table 3. Correlation coefficients(r) between sensory scores and contents of taste components

No.	Components	Correlation coefficients(r)					
		$X_i$	$\ln(X_i+1.0)$	$X'_i$	$\ln(X'_i+1.0)$	$\sqrt{(X'_i \times 10^{-10})}$	
1	Aspartic acid	0.001	0.203	0.079	-0.129	-0.001	0.027
2	Threonine	0.213	0.256	0.237	0.285	0.283	0.284
3	Serine	0.117	0.118	0.120	-0.011	-0.035	-0.027
4	Glutamic acid	0.275	0.513**	0.382*	0.288	0.411*	0.387*
5	Glycine	0.104	0.165	0.123	-0.066	-0.010	-0.006
6	Alanine	0.216	0.226	0.225	0.167	0.177	0.172
7	Valine	0.013	0.047	0.025	-0.270	-0.173	-0.216
8	Cystein	-0.389*	-0.223	-0.307	-0.548**	-0.458**	-0.480**
9	Methionine	0.142	0.183	0.166	0.060	0.080	0.082
10	Isoleucine	0.201	0.249	0.229	0.246	0.259	0.256
11	Leucine	0.127	0.140	0.138	0.020	0.037	0.030
12	Tyrosine	-0.319	-0.302	-0.327	-0.688**	-0.619**	-0.644**
13	Phenylalanine	0.145	0.155	0.151	0.086	0.034	0.054
14	Lysine	-0.053	-0.093	-0.083	-0.376*	-0.327	-0.342
15	Histidine	-0.237	-0.216	-0.231	-0.576**	-0.534**	-0.540
16	Arginine	-0.158	-0.110	-0.160	-0.341	-0.253	-0.280
17	Proline	0.276	0.298	0.290	0.175	0.233	0.210
18	Maltose	0.448*	0.541**	0.494**	0.224	0.216	0.224
19	Glucose	0.208	0.129	0.178	0.166	0.072	0.117
20	Fructose	-0.473**	-0.393*	-0.450*	-0.562**	-0.543**	-0.553**
21	Inositol	-0.716**	-0.682**	-0.772**	-0.677**	-0.727**	-0.725**
22	Mannitol	0.198	0.081	0.124	0.134	0.114	0.081
23	Acetic acid	0.231	0.169	0.204	0.065	0.054	0.056
24	Propionic acid	0.147	0.163	0.166	0.073	0.087	0.105

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ .

기 때문에 제거되었고, 15개의 성분이 독립변수로 채택되었다. 10 단계에서 회귀모형의 변수사이의 상관행렬은 Table 4와 같다. 여기서 21번 성분인 inositol과 20번 성분인 fructose처럼 서로 상관이 있는 몇가지의 성분이 존재하는데, 이들 각각의 그룹은 한 개의 성분으로 대변되므로 이들 성분은 회귀분석에서 제외되어야 한다. 따라서 중회귀모형은 측정의 정확성을 떨어뜨리지 않을 것이라고 기대되는 15개의 독립변수로부터 비율을 얻어내는 방법으로 진행했다.

#### 변수변환의 효과

산출된 중회귀모형에서 절대값 및 상대값과 이들을 변수변환하여 얻은 결과의 상관계수와 기여율, 표준오차 및 F값은 Table 5와 같다. 중상관계수는 상대값의 대수변환에서 가장 높게 나타났으며, 모든 변수변환에 있어서 매우 높은 수치를 나타내었다. 기여율을 보면 상대값을 제외한 모든 변수변환에서 90% 이상의 관능검사 점수의 변동이 설명되고 있으며, 특히 상대값의 대수변환에서 가장 높은 98%의 변동이 설명

되고 있음을 알 수 있었다. 분산분석에서 F값은 상대값의 대수변환에서 1% 유의수준에서 유의성을 나타내었으며, 절대값, 절대값과 상대값의 대수변환에서 5% 유의수준에서 유의성을 나타내었으나, 절대값의 대수변환과 상대값에서는 유의성을 보이지 못했다.

#### 단계적 중회귀분석

15단계에서의 절대값과 상대값의 변수변환에 대한 여섯개 회귀모델의 결과가 Table 6과 7에 나와 있다. 각 편회귀계수의 부호가 상관계수의 부호와 일치하지 않는 것은 독립변수간 즉, 각 성분함량의 증감에 상관관계가 존재하기 때문이다. 절대값의 평방근 변환의 경우 15단계에서 13개 변수의 회귀계수가 유의하였으며, 상대값의 대수변환의 경우 11개 변수의 회귀계수가 유의하였다. 회귀모형이 굉장히 많은 독립변수를 포함함에도 불구하고 각 편회귀계수를 t검정으로 조사했을 때, 유의점을 표시하는 성분이 많이 존재한다는 것은 시금장 맛의 품질을 분석값과 중회귀식으로

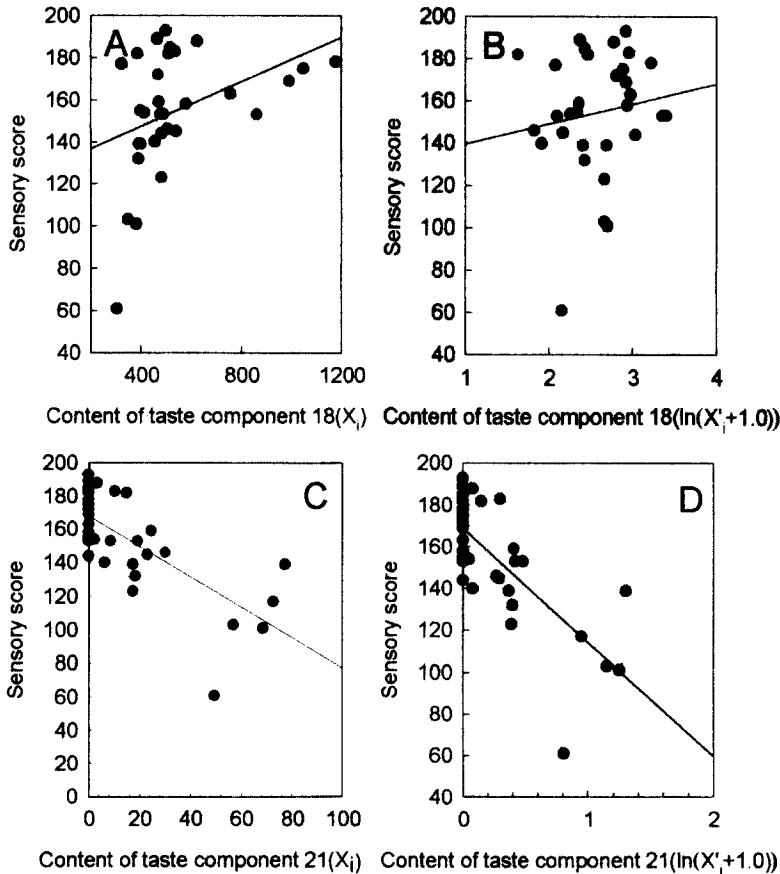


Fig. 3. Sensory scores vs. content of principal components number 21 (inositol) and 18 (maltose) from absolute value ( $X_i$ ) and relative value transformed with logarithm ( $\ln(X'_i+1.0)$ ).

Table 4. Selection order and correlation matrix of variables entered into the regression model at step 10

No. Component	Selection order									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1.000	0.695**	-0.434*	0.210	0.345	-0.350	-0.200	0.207	-0.114	-0.103
20		1.000	-0.143	0.228	0.396*	-0.052	-0.064	0.289	0.108	0.200
18			1.000	-0.182	-0.321	0.266	0.156	-0.192	0.225	0.070
8				1.000	0.791**	0.359*	0.213	0.835**	-0.205	0.463**
12					1.000	0.286	0.376*	0.923**	-0.205	0.679**
17						1.000	0.255	0.471**	-0.266	0.700**
4							1.000	0.691**	-0.019	0.585**
15								1.000	-0.025	0.691**
23									1.000	-0.051
6										1.000

4: glutamic acid, 6: alanine, 8: cystein, 12: tyrosine, 15: histidine, 18: maltose, 20: fructose, 21: inositol, 23: acetic acid, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ .

부터 산출하는 것이 가능하다는 것을 의미한다. 이로부터 산출한 중회귀식을 근거로 추정된 점수와 관능검사 점수와의 상관관계는 Fig. 4에 있다. Fig. 4는 각

맛성분의 분석값과 중회귀식에 입각한 각 시료의 관능검사 점수를 추정하는 것이 가능하다는 것을 보여주고 있다.

**Table 5. Multiple correlation coefficient(R) and coefficient of multiple determination of multiple regression models computed from the values which are transformed with variables**

	Absolute value			Relative value		
	$X_i$	$\ln(X_i+1.0)$	$\sqrt{(X_i \times 10^{-10})}$	$X_i$	$\ln(X_i+1.0)$	$\sqrt{(X_i' \times 10^{-10})}$
R <sup>1)</sup>	0.971	0.964	0.977	0.945	0.990	0.978
R <sup>2</sup> ×100 <sup>2)</sup>	0.942	0.929	0.955	0.893	0.980	0.956
S.E. <sup>3)</sup>	15.992	17.791	14.119	20.233	9.542	14.021
F	4.096	3.262	0.073	5.326	2.530	11.957
P<	0.043	5		0.023	0.105	0.003
Accuracy order	4		4	6	1	2

<sup>1)</sup>R: Multiple correlation.<sup>2)</sup>R<sup>2</sup>×100: Contributing proportion.<sup>3)</sup>S.E.: Standard error.**Table 6. Stepwise multiple regression models computed at step 15 from absolute value which are transformed with variables**

No.	$X_i$		No.	$\ln(X_i+1.0)$		No.	$\sqrt{(X_i \times 10^{-10})}$	
	Partial regression coefficient	t-value		Partial regression coefficient	t-value		Partial regression coefficient	t-value
$X_{21}$	-0.647	-2.692	$X_{21}$	-11.441	-4.466**	$X^{21}$	-12.749	-6.046**
$X_8$	0.128	0.892*	$X_4$	9.779	2.189*	$X^4$	1.687	2.898*
$X_6$	0.108	1.124	$X_{16}$	-8.209	-2.374*	$X^{22}$	1.009	0.669
$X_{16}$	-7.58E02	-3.114**	$X_{22}$	7.898	3.647**	$X^{16}$	-2.261	-3.068**
$X_{22}$	0.777	2.965**	$X_{20}$	-9.784	-2.815*	$X^5$	34.327	4.565**
$X_{13}$	0.107	1.409	$X_{14}$	47.810	3.172**	$X^8$	1.289	0.660
$X_9$	-0.759	-2.965**	$X_{15}$	-23.903	-1.755	$X^9$	-14.976	-3.469**
$X_5$	0.859	2.529*	$X_{24}$	-2.390	-0.879	$X^1$	-4.025	-2.790*
$X_{12}$	-0.310	-1.619	$X_2$	-53.975	-2.367*	$X^{19}$	-1.890	-3.026**
$X_{23}$	7.297E02	1.390	$X_{10}$	106.727	3.385**	$X^{23}$	4.545	3.117**
$X_{18}$	2.103E02	1.024	$X_9$	-24.671	-1.344	$X^{24}$	-9.822	-3.579**
$X_1$	-0.166	-1.460	$X_8$	6.026	0.899	$X^{18}$	2.847	2.685*
$X_4$	3.314E02	1.595	$X_1$	7.007	1.687	$X^2$	-11.475	-2.347*
$X_{14}$	0.160	1.050	$X_{11}$	-42.326	-1.406	$X^7$	5.693	2.469*
$X_2$	-0.192	-1.007	$X_7$	-23.564	-1.226	$X^6$	-4.413	-1.408
Constant	131.328	7.974**	Constant	234.715	4.134**	Constant	84.727	2.765*

<sup>1)</sup>R=0.930

R=0.947

R=0.945

<sup>2)</sup>R<sup>2</sup>=0.864R<sup>2</sup>=0.896R<sup>2</sup>=0.894Adjusted R<sup>2</sup>=0.728Adjusted R<sup>2</sup>=0.792Adjusted R<sup>2</sup>=0.788<sup>3)</sup>S.E.=15.5436

S.E.=13.5843

S.E.=13.7393

F=6.361\*\*

F=8.637\*\*

F=8.421\*\*

1: aspartic acid, 2: threonine, 4: glutamic acid, 5: glycine, 6: alanine, 7: valine, 8: cysteine, 9: methionine, 10: isoleucine, 11: leucine, 12: tyrosine, 13: phenylalanine, 14: lysine, 15: histidine, 16: arginine, 18: maltose, 19: glucose, 20: fructose, 21: inositol, 22: mannitol, 23: acetic acid, 24: propionic acid, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01.

<sup>1)</sup>R: Multiple correlation coefficient.<sup>2)</sup>R<sup>2</sup>: Coefficient of multiple determination.<sup>3)</sup>S.E.: Standard error.

Table 6과 7에 표시한 단계적 증회귀분석의 각 단계에서 산출된 중상관계수(R), 결정계수(R<sup>2</sup>) 및 각 단계 간의 중상관계수의 차이를 Fig. 5에 나타내었다. 절대값의 경우, 1단계에서 21번 성분인 inositol이 도입됨

에 의해 중상관계수는 0.716이고, 그 후 증가를 계속해 15단계에서는 0.930을 넘었다. 결정계수는 17단계에서 0.9에 도달했다. 즉, 15번성분인 histidine에서 이루어 지는 17단계의 증회귀식에 의한 관능검사 점수

**Table 7. Stepwise multiple regression models computed at step 15 from absolute value which are transformed with variables**

No.	$X'_i$		No.	$\ln(X'_i+1.0)$		No.	$\sqrt{(X'_i \times 10^{-10})}$	
	Partial regression coefficient	t-value		Partial regression coefficient	t-value		Partial regression coefficient	t-value
$X^{12}$	-21.950	-2.415*	$X^{21}$	-41.826	-2.061*	$X^{21}$	-73.769	-5.590**
$X^{21}$	-8.690	-0.593	$X^8$	11.413	0.814	$X^8$	15.748	1.268
$X^8$	15.035	1.626	$X^{22}$	14.770	1.091	$X^{22}$	10.591	0.968
$X^{22}$	33.308	3.083**	$X^5$	120.779	3.364**	$X^{10}$	97.915	2.554*
$X^{14}$	17.409	2.437*	$X^{19}$	8.169	0.910	$X^4$	15.143	3.819**
$X^{23}$	5.933	2.499*	$X^{23}$	33.632	3.322**	$X^{23}$	28.593	3.317**
$X^{20}$	-2.670	-0.614	$X^{20}$	-25.557	-2.455*	$X^{20}$	2.139	0.231
$X^{13}$	2.104	0.938	$X^4$	15.221	2.694*	$X^{18}$	25.119	3.193**
$X^9$	-40.570	-2.498*	$X^{17}$	28.025	2.299*	$X^{14}$	24.689	1.942
$X^{10}$	41.108	2.178*	$X^{18}$	43.909	3.073**	$X^{24}$	-45.338	-3.077**
$X^{19}$	6.296E02	0.076	$X^{14}$	50.172	2.997**	$X^5$	147.175	3.442**
$X^{16}$	-2.982	-1.870	$X^{24}$	-47.827	-2.397*	$X^9$	-88.045	-3.312**
$X^2$	-23.256	-1.572	$X^{11}$	-76.730	-2.238*	$X^2$	-97.203	-2.654*
$X^5$	19.682	1.267	$X^{10}$	79.477	2.172*	$X^{16}$	-9.439	-1.987
$X^{15}$	-28.968	-1.158	$X^9$	-30.654	-1.333	$X^7$	32.889	1.715
Constant	150.287	4.020**	Constant	-194.086	-1.809	Constant	-181.842	-1.742
<sup>1)</sup> R=0.930			R=0.946			R=0.953		
<sup>2)</sup> R <sup>2</sup> =0.865			R <sup>2</sup> =0.894			R <sup>2</sup> =0.908		
Adjusted R <sup>2</sup> =0.730			Adjusted R <sup>2</sup> =0.788			Adjusted R <sup>2</sup> =0.816		
<sup>3)</sup> S.E.=15.5019			S.E.=13.7232			S.E.=12.7948		
F=6.401**			F=8.443**			F=9.863**		

2: threonine, 4: glutamic acid, 5: glycine, 7: valine, 8: cystein, 9: methionine, 10: isoleucine, 11: leucine, 12: tyrosine, 13: phenylalanine, 14: lysine, 15: histidine, 16: arginine, 17: proline, 18: maltose, 19: glucose, 20: fructose, 21: inositol, 22: mannitol, 23: acetic acid, 24: propionic acid, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01.

<sup>1)</sup>R : Multiple correlation coefficient.  
<sup>2)</sup>R<sup>2</sup>: Coefficient of multiple determination.  
<sup>3)</sup>S.E.: Standard error.

의 변동기운데 90% 이상이 설명될 수 있다는 것을 의미한다. 최종 단계인 24단계에서의 중상관계수는 0.971, 결정계수는 0.942이다. 이것은 관능검사 변동의 94.2%이상을 이 회귀모델에서 설명할 수 있다는 것을 의미한다. 상대값의 대수변환의 경우, 1단계에서 21번 성분인 inositol이 도입됨에 의해 중상관계수는 0.727로 나타났고, 그 후 증가를 계속해 15단계에서는 0.946을 넘었다. 결정계수는 16단계에서 0.914에 도달했다. 즉, 2번 성분인 threonine에서 이루어 지는 16단계의 중회귀식에 의한 관능검사 점수의 변동기운데 90% 이상이 설명될 수 있다는 것을 의미한다. 최종 단계인 24단계에서의 중상관계수는 0.990, 결정계수는 0.980이다. 이것은 관능검사 변동의 98.0%이상을 이 회귀모델에서 설명할 수 있다는 것을 의미한다.

**측정값의 표준오차**

각 단계에서 측정값의 표준오차의 변화는 Fig. 6과 같다. 측정값의 표준오차는 (2)식에 표현되는 오차( $e_i$ ) 편차로써 정의된다.

$$e_i = Y_{\text{estimated}} - Y_{\text{observed}} \dots \dots \dots (2)$$

측정의 정확성은 회귀모형에 도입되는 변수의 증가와 함께 점점 높아지는 경향을 보였다. 17에서 21단계 사이에서 측정값의 표준오차가 최소가 된 후에는 이것은 다시 점차 증가하는 경향을 보였다. 결과적으로 회귀모델에서 효율적인 피크의 수가 증가하는 것은 중상관계수를 엄청나게 증가시키고 동시에 측정값의 표준오차를 감소시킨다는 것을 알 수 있다. 반면에 비효과적인 피크를 도입할 경우, 중상관계수의 증가에도 불구하고 측정값의 표준오차가 증가하므로 독립변수로서 적절한 성분을 선택하는 것은 측정의 정확



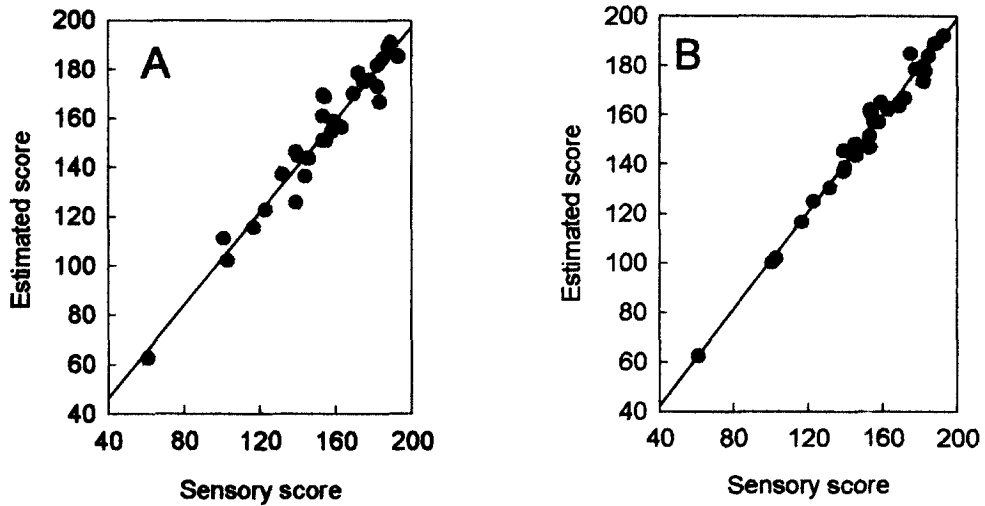


Fig. 4. Sensory scores vs. estimated sensory scores calculated from absolute value ( $X_i$ ) and relative value transformed with logarithm ( $\ln(X_i+1.0)$ ). A: Absolute value ( $X_i$ ), B: Relative value transformed with logarithm ( $\ln(X_i+1.0)$ ).

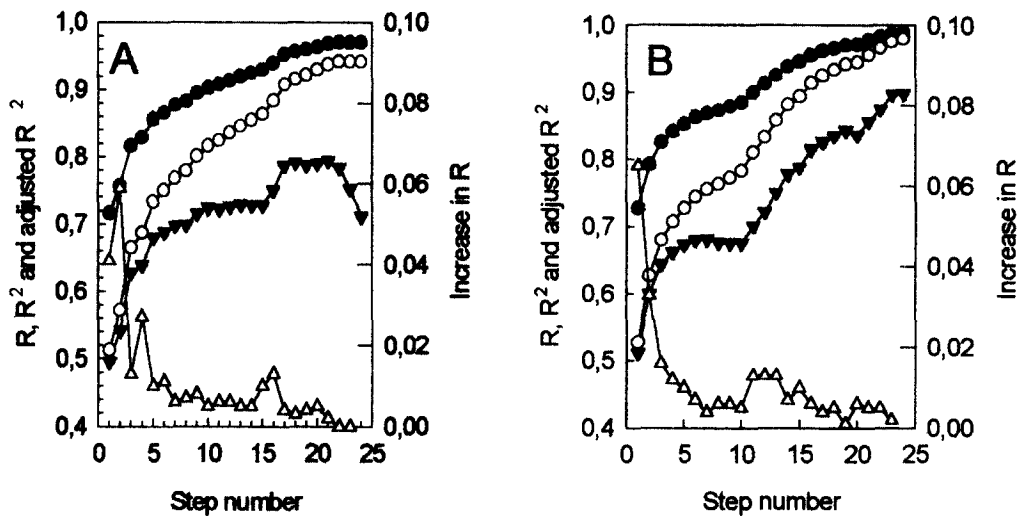


Fig. 5. Multiple correlation coefficient ( $R$ ), coefficient of multiple determination ( $R^2$ ), adjusted  $R^2$  and increase in  $R$  at each step. A: Absolute value ( $X_i$ ), B: Relative value transformed with logarithm ( $\ln(X_i+1.0)$ ), ●—●: multiple correlation coefficient ( $R$ ), ○—○: coefficient of multiple determination ( $R^2$ ), ▼—▼: adjusted  $R^2$ , △—△: increase in  $R$ .

성을 위해 매우 중요하다. 독립변수로서 맛성분의 선택이 장류 맛의 분석에 있어서 가장 중요한 문제이므로 통계적 분석에 대한 모든 정보는 가장 적절한 맛성분을 찾기 위하여 유용화되어야 한다.

단계적 중회귀분석과 중회귀분석의 정확도는 맛성분의 농도, 분석방법 및 관능검사의 정확성 등과 같은 영향요인에 좌우된다. 특히 미각에 의한 관능검사에서의 비정확성은 미각이 매우 민감하고 복잡한 감각이고 맛을 감지하는 메카니즘과 신경에 관한 것들이

아직 완벽히 밝혀지지 않았기 때문에 회귀분석의 정확성을 위해 엄격히 제한되는 요인이다. 하지만 본 실험에서 시금장 맛은 조사된 맛성분 중 16의 성분만으로 약 90%이상을 설명할 수 있었다.

## 요 약

시금장의 품질표준화를 위하여 시금장의 제조방법을 조사하고, 시금장의 각종 맛성분과 관능검사 점수

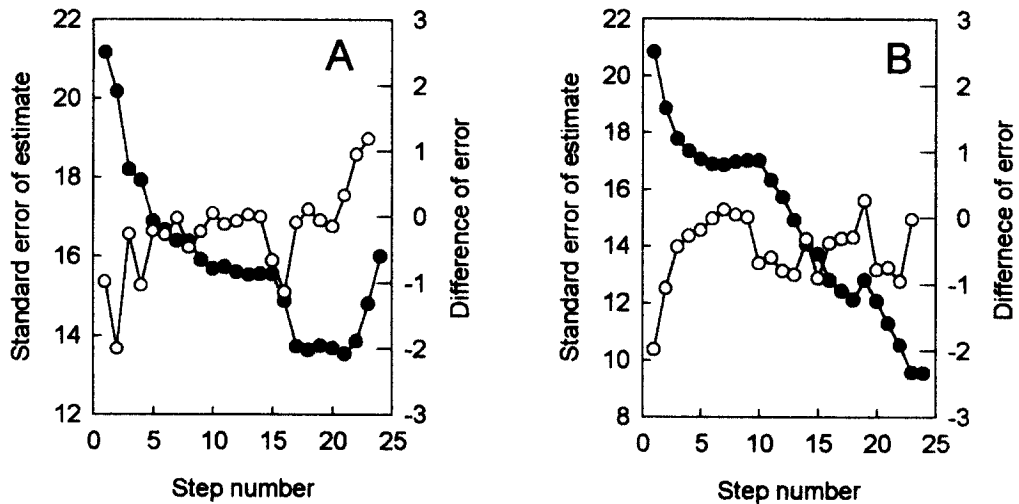


Fig. 6. Changes in standard error of estimate computed for each step. A: absolute value ( $X_i$ ), B: relative value transformed with logarithm ( $\ln(X_i+1.0)$ ), ●—●: standard error of estimate, ○—○: difference of error.

사이의 관계를 통계적으로 분석하여 시금장의 맛에 영향을 미치는 성분을 밝히고자 하였다. 시금장의 제조방법은 혼연과정을 거치는 것이 매우 특징적이었다. 시금장의 맛성분 중 아미노산의 함량은 proline>valine>glutamic acid>alanine의 순으로 높았다. 유기산은 acetic acid와 propionic acid만이 검출되었다. 유리당은 glucose>maltose>fructose>inositol>mannitol의 순으로 많은 함량을 보였다. 각 성분의 함량과 관능검사 점수 사이의 단일상관은 전체적으로 낮아 시금장의 맛을 한개의 성분만으로 설명할 수 없었다. 가장 상관성이 높은 성분은 inositol과 fructose였다. 단계적 중회귀 분석을 행한 결과 절대치와 상대치의 대수변환에서 각각 17와 16개의 성분으로 시금장 맛의 90%를 설명할 수 있었다.

### 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의해 연구되었으며, 많은 도움을 주신 이종렬 씨와 복안식품에도 감사드립니다.

### 문헌

1. Chung, Y.G., Son, D.H., Ji, W.D., Choi, U.K. and Kim, Y.J.: Characteristics of commercial *Sigumjang meju* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, in press (1999)
2. Choi, C.: Brewing method and composition of traditional *dunge-jang* in kyungsangdo area (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, 6, 61-67 (1991)
3. Jang J.K. and Kim J.K.: Statistical analysis for the relationship between gas chromatographic profiles of Korean ordinary soybean paste flavor and sensory evaluation (in Korean). *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, 12, 153-163 (1984)
4. Im, M.H., Choi, J.D., Chung, H.C. Choi, C. and Choi, K.S.: Optimum soaking condition of raw soybean for *meju* preparation (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 664-667 (1998)
5. Aishima T. and Nobuhara A.: Evaluation of soy sauce flavor by stepwise multiple regression analysis of gas chromatographic profiles. *Agr. biol. Chem.*, 40, 2159-2167 (1976)
6. Draper N.R. and Smith H.: *Applied Regression Analysis*, J. Wiley and Sons, Inc., New York, p. 163-180 (1966)

(1999년 1월 21일 접수)