

## 중회귀 분석을 이용한 보리간장 맛에 영향을 미치는 성분 조사

이난희<sup>1</sup> · 강선철<sup>2</sup> · 정현자<sup>3</sup> · 권오준<sup>4</sup> · 최용규\*

아시아대학교 한방식품영양학과, <sup>1</sup>대구가톨릭대학교 식품영양학과,  
<sup>2</sup>대구대학교 생명공학과, <sup>3</sup>대구보건대학 치위생과, <sup>4</sup>경북전략산업기획단 평가기획실

### Effective Components on the Taste of *Kanjang* made with Barley Bran using Multiple Regression Analysis

Nan-Hee Lee<sup>1</sup>, Sun-Chul Kang<sup>2</sup>, Hyun-Ja Jeong<sup>3</sup>, O-Jun Kwon and Ung-Kyu Choi\*

Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University, Kyongsan, 712-220, Korea  
<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, Catholic University of Daegu, Kyungsan, 712-702, Korea  
<sup>2</sup>Division of Biotechnology, Daegu University, Kyungsan, 712-714, Korea  
<sup>3</sup>Department of Dental Hygiene, Daegu Health College, Daegu 702-722, Korea  
<sup>4</sup>Department of Evaluation & Planning, Gyeongbuk Regional Innovation Agency, Kyungsan 712-210, Korea

Received August 22, 2005; Accepted December, 22, 2005

This study was conducted to find effective components on taste of *kanjang* made with barley bran. The result of stepwise multiple regression analysis with transformation of variables was that the 70.1% and 80.8% of taste of barley *kanjang* could be explained at step 6 and step 15, respectively, calculated from absolute value. And, the 83.0% and 84.3% of taste of barley *kanjang* was explained at step 6 and step 15, respectively, calculated from relative value transformed with logarithm. The contributing proportion of the  $\alpha$ -ketoglutaric acid was the highest followed by citric acid, lavulinic acid and glutamic acid computed from absolute value, and the  $\alpha$ -ketoglutaric acid was the highest followed by fructose, glutamic acid and valine calculated from relative value transformed with logarithm.

**Key words:** *barley kanjang*, taste components Stepwise multiple regression analysis, contributing proportion

### 서 론

보리등겨는 보리의 제분과 정백과정에서 미량 생성되는 부산물로서 식이섬유소의 함량이 풍부하고 보수력이 커 위에 포만감을 제공할 뿐만 아니라, 당뇨병 환자에게는 대장내 미생물의 작용을 적게 받아 식이섬유가 대변의 부피와 무게를 증가시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 그 외 보리등겨는 소화촉진효과<sup>2)</sup>, 혈중 콜레스테롤 저해효과<sup>3,4)</sup> 등 각종 기능성을 가지고 있는 우수한 식품원료이나 보리생산량의 감소와 서구형 식생활 패턴의 도입으로 이용이 점차 감소되어왔다.

보리등겨를 식품에 이용하고자 한 연구로 Chaudhary와 Weber<sup>5)</sup>는 밀가루에 보리등겨를 15% 대체하여 빵을 제조하였으며, 최<sup>6)</sup>는 경상도 지방 전통 시금장의 제법을 조사하고 성분을 분석하여 시금장의 품질을 평가하였고, 최 등<sup>7)</sup>은 시금장에 관여하는 맛성분과 향기성분을 중회귀 분석 및 주성분 분석을

이용하여 분석하였으며, 손 등<sup>8)</sup>은 시금장 발효기간별 향기성분의 변화를 조사하였다.

보리등겨를 이용한 간장 제조에 관한 연구로 권 등<sup>9)</sup>은 보리등겨로 제조한 간장(이하 보리간장)의 최적 발효 조건을 조사하였으며, 이 등<sup>10,11)</sup>은 보리등겨로 제조한 메주와 일반메주를 혼합하여 간장을 제조한 후 발효기간에 따른 맛성분과 이화학적특성을 보고한 바 있다.

본 연구진은 보리간장의 맛에 영향을 미치는 성분을 찾아내고자 하는 연구의 일환으로 기기분석을 통하여 얻어진 맛성분 함량과 관능검사 결과를 중회귀 분석하여 보리간장 맛의 좋고 나쁨을 93% 이상의 정확도로 추정한 바 있으며<sup>12)</sup>, 본 연구에서는 단계적 중회귀 분석과 기여율 분석을 통하여 보리간장의 맛에 영향을 미치는 주요 맛성분을 규명하여 보고하고자 하였다.

### 재료 및 방법

**보리간장 제조.** 보리간장은 권 등<sup>9)</sup>의 방법에 따라 제조한 보리메주를 이용하였으며, 중회귀 분석을 위한 샘플의 균일한 분산을 위하여 5요인 중심합성계획(central composite near

\*Corresponding author  
Phone: +82-53-819-8201; Fax: +82-53-819-8135  
E-mail: cuk8272@hanmail.net

Table 1. Levels of cultivation conditions in experimental design

X <sub>i</sub>	Cultivation condition	Level				
		-2	-1	0	1	2
X <sub>1</sub>	Meju Weight	15	20	25	30	35
X <sub>2</sub>	Salt weight	7	11	15	19	23
X <sub>3</sub>	Initial temperature	10	17	24	31	38
X <sub>4</sub>	Middle temperature	10	17	24	31	38
X <sub>5</sub>	End temperature	10	17	24	31	38

rotatable design)에 의하여 Table 1과 같이 제조하였다. 메주량을 간장 텃 총량에 대해 15, 20, 25, 30 및 35%(w/v)로, 소금량을 7, 11, 15, 19 및 23%(w/v)로 달리하여 간장을 제조한 후, 발효온도를 초기와 중기 및 말기온도로 구분하여 각각 10, 17, 24, 31 및 38°C에 각 1개월씩 발효시켰다. 따라서 총 발효기간은 3개월이다. 이때 소금은 (주)한주정제염의 순도 99.9%의 정제염을 사용하였고 물은 pH 7인 증류수를 사용하였다.

**유기산, 유리당 및 유리아미노산 분석.** 유기산, 유리당 및 유리아미노산은 임 등의 방법<sup>13)</sup>에 따라 분석하였다. 즉, 보리간장 200 g을 80% ethanol 800 ml에 넣은 후 85°C에서 2시간 동안 환류추출한 후 여과한 여액을 감압건고시킨 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 μm)로 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-610H 이었다. 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 9500 system을 사용하였고, column은 Rezex PNM, RPM(7.8 × 300 mm, Phenomenex, USA)를 사용하였다.

**관능검사.** 보리간장의 관능검사를 위하여 45종의 간장을 5요인 중심합성계획(central composite near rotatable design)에 의하여 제조한 후 영남대학교 식품가공학과 학생을 대상으로 관능검사요원 20명을 1차 선발한 뒤, 맛의 정답비율이 낮은 5명을 제외한 후 최종적으로 15명을 선발하여 7점법<sup>14)</sup>으로 각 시료의 맛을 채점하였다. 그 기준은 관능검사 요원의 맛에 대한 종합적 기호도와 일치정도에 따라 대단히 일치하면 7점, 일치하면 6점, 약간 일치하면 5점, 보통이면 4점, 약간 떨어지면 3점, 떨어지면 2점, 대단히 떨어지면 1점으로 하였다. 이때 위치에 따른 오류를 최소화하기 위하여 검사물을 3회 반복하여 무작위로 배치한 후 이들의 평균값을 관능검사 점수로 채택하였다.

**중회귀 분석.** 중회귀분석은 Aishima와 Nobuhara<sup>15)</sup>의 방법에

Table 2. Transformation of independent variables

	Absolute values	Relative values
1	X <sub>i</sub>	X' <sub>i</sub> = X <sub>i</sub> /ΣX <sub>i</sub> × 100
2	ln(X <sub>i</sub> + 1.0)	ln(X' <sub>i</sub> + 1.0)
3	√(X <sub>i</sub> + 10 <sup>-10</sup> )	√(X' <sub>i</sub> + 10 <sup>-10</sup> )

따라 분석하였다. 보리간장시료 n개의 맛과 향을 각각 관능검사사로 채점하여 각 시료에 대응하는 1군의 관능검사 점수를 얻었다. 이때, 각각의 보리간장에 대한 관능검사 점수는 Y = (y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, ..., y<sub>i</sub>, ..., y<sub>n</sub>), 1 < i < n으로 표시할 수 있으며, 보리간장의 맛을 가능한 한 본래의 조직 성분을 지닌 상태에서 추출해 분석하여 35개의 맛성분을 각 보리간장시료에 대해 얻었다.

중회귀식은 (1)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_j X_j + \dots + \beta_m X_m + \epsilon \quad (1)$$

여기서 Y는 종속변수로서 관능검사점수를 나타내고, β<sub>0</sub>는 정수, β<sub>j</sub>는 편회계수, ε는 표준오차, X<sub>j</sub>는 각 맛성분 및 향기성분의 집합으로써 독립변수를 나타낸다.

β<sub>j</sub>와 β<sub>0</sub>는 최소선형제곱법에 의해 계산되었고 이 등식은 i > j 이어야 성립이 된다. 본 실험에서 i는 보리간장 시료의 반복수이므로 1~45였고, j는 분석된 샘플의 수이므로 1~35였다. 중회귀분석에서 관능검사점수와 산출된 중회귀식에 입각하여 추정된 점수와의 상관계수는 증상관계수(R)이며, R<sup>2</sup>는 결정계수, R<sup>2</sup> × 100이 기여율로, 이 수치는 관능검사점수의 변동가운데 산출된 중회귀식에 의해 설명되는 비율을 나타낸다.

각 성분량과 관능검사점수 간의 비직선관계가 존재했을 때 이들의 관계를 직선관계에 근사시켜 고정밀도 분석을 하기 위하여 본 실험에서는 Table 2에 나타난 간단한 변수함수를 이용해 각 성분의 분석치를 x<sub>i</sub> = f(x<sub>i</sub>)로 변수변환을 실시하였다. 대수변환에서 1.0을 더한 이유는 어떤 성분이 존재하지 않는 시료를 분석하였을 경우, 변환에 의해 0을 얻기 위해서였으며, 평방근 변환에서 1 × 10<sup>-10</sup>을 더한 이유는 0의 평방근을 계산하는 것을 피하기 위해서였다.

위의 계산은 SPSS(Statistical package for social science) version 10을 이용하여 분석하였다.

**단계적 중회귀분석.** Draper와 Smith<sup>16)</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 관능검사 점수사이의 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.

**기여율.** 맛과 향기의 좋고 나쁨에 대한 각 성분의 상대적 중요성을 나타내는 기여율(Pi)은 Barylko-Pikielna와 Metelski의 방법<sup>17)</sup>에 의해 식 (2)으로 계산되었다.

$$P_i = \frac{|\beta_i \cdot r_{iy} \cdot S_i|}{\sum |\beta_i \cdot r_{iy} \cdot S_i|} \times 100 R^2 \quad (2)$$

여기서  $\beta_i$ : 편회귀계수,  $r_{iy}$ : 각 독립변수와 종속변수와의 상관 계수,  $S_i$ : 각 독립변수의 표준편차,  $R^2$ : 결정계수이다.

### 결과 및 고찰

**유기산, 유리당 및 유리아미노산 함량과 관능검사 점수의 단 순상관.** 각각의 보리간장의 관능검사 점수와 변수변환된 맛성분의 함량과의 상관계수를 산출한 결과는 Table 3과 같다. 이 결과에서 양(+)의 값은 보리간장의 맛에 좋은 영향을 미친다는 것을 의미하고 음(-)의 값은 나쁜 영향을 미친다는 것을 의미한다. 단순상관에서는 proline, alanine, methionine, lysine,

histidine, lavulinic acid,  $\alpha$ -ketogutaric acid 및 citric acid와 관능검사 점수사이의 상관계수가 유의성이 높은 것으로 나타났으며, 이 중  $\alpha$ -ketoglutaric acid의 상관계수가 모든 변수변환에서 0.75 이상으로 가장 높은 상관을 보이는 것으로 나타났다. Proline, alanine, methionine, lysine 및 lavulinic acid도 모든 변수변환에서 각각 0.39, 0.47, 0.33, 0.37 및 0.46 이상으로 높은 상관을 보이는 것으로 확인되었다.

Leucine과 fumaric acid의 경우 상대값과 상대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였으며, citric acid는 절대값과 절대값의 변수변환에서 높은 상관을 보였다. Histidine은 절대값의 대수변환을 제외한 모든 변수변환에서 높은 상관을 보였으며, 그 외 valine, fructose 및 NaCl 등도 관능검사 점수와 유의한 상관이 있었다. 반면, threonine, serine, cystein, methionine, phenylalanine, succinic acid, arabinose, xylose, glucose, maltose 및 sucrose

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

No.	Taste components	r					
		$X_i$	$\ln(X_i + 1.0)$	$\sqrt{(X_i + 10^{-10})}$	$X'_i$	$\ln(X'_i + 1.0)$	$\sqrt{(X'_i + 10^{-10})}$
$X_1$	Aspartic acid	-0.25	-0.24	-0.25	-0.15	-0.26	-0.23
$X_2$	Threonine	0.03	0.08	0.06	-0.12	-0.05	-0.05
$X_3$	Serine	0.00	0.06	0.03	-0.21	-0.16	-0.18
$X_4$	Glutamic acid	0.24	0.24	0.25	0.12	0.16	0.14
$X_5$	Proline	0.39**	0.44**	0.43**	0.47**	0.48**	0.48**
$X_6$	Glycine	-0.17	0.06	-0.07	-0.26	-0.18	-0.15
$X_7$	Alanine	0.47**	0.51**	0.51**	0.53**	0.53**	0.53**
$X_8$	Valine	-0.15	-0.08	-0.15	-0.33*	-0.30*	-0.29
$X_9$	Cystein	0.02	0.23	0.10	-0.01	0.02	0.08
$X_{10}$	Methionine	0.36*	0.42**	0.42**	0.33*	0.40**	0.41**
$X_{11}$	Isoleucine	-0.03	0.07	0.01	-0.16	-0.09	-0.08
$X_{12}$	Leucine	-0.15	-0.13	-0.15	-0.37*	-0.40**	-0.39**
$X_{13}$	Tyrosine	-0.12	-0.11	-0.13	-0.26	-0.33*	-0.31*
$X_{14}$	Phenylalanine	0.01	0.06	0.03	-0.18	-0.15	-0.17
$X_{15}$	Lysine	-0.37*	-0.40**	-0.40	-0.53**	-0.57**	-0.56**
$X_{16}$	Histidine	-0.34*	-0.25	-0.32*	-0.48**	-0.48**	-0.44**
$X_{17}$	Arginine	0.27	0.23	0.25	-0.08	-0.05	-0.06
$X_{18}$	Acetic acid	-0.03	-0.01	-0.03	-0.08	-0.11	-0.08
$X_{19}$	Propionic acid	0.29	0.32*	0.33	0.25	0.25	0.28
$X_{20}$	Buctyric acid	-0.21	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21	-0.20
$X_{21}$	Lactic acid	-0.14	-0.10	-0.13	-0.15	-0.16	-0.16
$X_{22}$	Fumaric acid	0.32*	0.31*	0.30*	0.26	0.26	0.27
$X_{23}$	Lavulinic acid	0.65**	0.46**	0.56**	0.58**	0.55**	0.51**
$X_{24}$	Succinic acid	-0.07	-0.05	-0.05	-0.19	-0.19	-0.15
$X_{25}$	$\alpha$ -Ketoglutaric acid	0.76**	0.76**	0.75**	0.77**	0.77**	0.76**
$X_{26}$	Citric acid	0.45**	0.37*	0.38*	0.29	0.29	0.27
$X_{27}$	Pyroglutamic acid	0.24	0.26	0.26	0.20	0.22	0.21
$X_{28}$	Arabinose	-0.06	0.12	0.06	-0.09	-0.04	0.03
$X_{29}$	Xylose	0.05	0.21	0.16	0.01	0.06	0.12
$X_{30}$	Fructose	0.34*	0.29	0.32*	0.28	0.28	0.28
$X_{31}$	Glucose	-0.15	0.07	-0.07	-0.18	-0.06	-0.10
$X_{32}$	Maltose	-0.13	-0.09	-0.11	-0.16	-0.16	-0.14
$X_{33}$	Galactose	0.23	0.12	0.17	0.19	0.16	0.13
$X_{34}$	Sucrose	-0.02	0.01	0.01	-0.10	-0.10	-0.04
$X_{35}$	Other	0.41*	0.39	0.40**	0.05	0.08	0.07

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

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

Selection order	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taste Components	X <sub>25</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>33</sub>	X <sub>30</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>26</sub>	X <sub>15</sub>
X <sub>25</sub>	1.000	0.325*	0.295*	-0.049	-0.204	0.281	0.527*	-0.124	0.606*	-0.430*
X <sub>7</sub>		1.000	-0.230	0.414*	0.440*	-0.101	0.158	0.396*	0.394*	-0.041
X <sub>17</sub>			1.000	0.053	-0.131	-0.068	-0.024	-0.114	0.052	-0.168
X <sub>3</sub>				1.000	0.858*	-0.183	-0.264	0.822*	0.070	0.588
X <sub>11</sub>					1.000	-0.233	-0.377*	0.869*	0.012	0.723
X <sub>33</sub>						1.000	0.599*	-0.055	0.297*	-0.183
X <sub>30</sub>							1.000	-0.063	0.619*	-0.320*
X <sub>14</sub>								1.000	0.257	0.679*
X <sub>26</sub>									1.000	-0.201
X <sub>15</sub>										1.000

X<sub>25</sub>:  $\alpha$ -ketoglutaric acid, X<sub>7</sub>: valine, X<sub>17</sub>: arginine, X<sub>3</sub>: serine, X<sub>11</sub>: isoleucine, X<sub>33</sub>: galactose, X<sub>30</sub>: fructose, X<sub>14</sub>: phenylalanine, X<sub>26</sub>: citric acid, X<sub>15</sub>: lysine, \*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ .

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

	Absolute values			Relative values		
	X <sub>i</sub>	ln(X <sub>i</sub> +1.0)	$\sqrt{(X_i + 10^{-10})}$	X' <sub>i</sub>	ln(X' <sub>i</sub> +1.0)	$\sqrt{(X'_i + 10^{-10})}$
R <sup>1)</sup>	0.965	0.966	0.963	0.958	0.973	0.963
R <sup>2</sup> ×100 <sup>2)</sup>	0.932	0.934	0.927	0.919	0.946	0.927
S.E. <sup>3)</sup>	6.13	6.03	6.33	6.34	5.43	6.32
F	3.506	3.631	3.266	3.320	4.537	3.281
p <	0.026	0.023	0.032	0.024	0.011	0.032
Accuracy order	4	2	6	3	1	5

<sup>1)</sup>Multiple correlation coefficient, <sup>2)</sup>Coefficient of multiple determination, <sup>3)</sup>Standard error

와 같은 성분은 관능검사 점수에 거의 상관성이 없는 것으로 나타났다.

최 등<sup>18)</sup>은 시판 시금장 31종의 맛성분을 분석하여 관능검사 점수와의 상관관계를 조사한 결과 inositol이 -0.772로 가장 높게 나타났다고 보고한 바 있으며, 김 등<sup>19)</sup>은 한국재래식 국간장의 맛성분 중 관능검사 점수와 가장 높은 상관성을 가지는 성분은 NaCl( $r = 0.399$ )라고 보고한 바 있다. 양 등<sup>20,21)</sup>은 한국 재래식 된장의 맛성분 중 관능검사 점수와 가장 높은 상관성을 가지는 성분은 serine, arginine 및 succinic acid, fumaric acid와 citric acid의 조합이라고 보고하여 본 연구결과와는 조금 차이를 보였으며, 이는 원료와 발효방법의 차이에 기인하는 것으로 사료된다.

관능검사와의 상관관계에서 모든 변수변환에서 가장 높은 상관성을 보인  $\alpha$ -ketoglutaric acid의 함량과 관능검사 점수와의 관계를 확인한 결과 관능검사 점수와 성분함량사이에는 유의한 관계가 있음에도 불구하고 단지 하나의 성분함량을 기준으로 보리간장 맛의 품질을 측정한다는 것은 불가능하였다.

**중회귀분석.** 각각의 시료에서 35개씩의 맛성분이 중회귀분석되었으며, 이 중, 10단계에서 회귀모형의 변수사이의 상관행렬은 Table 4와 같다. 25번 성분인  $\alpha$ -ketoglutaric acid와 7번 성분인 alanine, 그리고 5번 성분인 proline처럼 서로 상관성이 있는 몇 가지의 성분이 존재하는데, 이들 성분간에 상관성이 높은 그룹 각각은 한 개의 성분으로 대변되므로 이들 성분은 회귀분석

에서 제외시키고, 중회귀모형은 측정의 정확성을 떨어뜨리지 않을 것이라고 기대되는 독립변수로부터 비율을 얻어내는 방법으로 진행하였다.

산출된 중회귀모형에서 절대값 및 상대값과 이들을 변수변환하여 얻은 결과의 상관계수와 기여율, 표준오차 및 F값은 Table 5와 같다. 중상관계수는 상대값의 대수변환에서 가장 높게 나타났다. 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 97%의 변동이 설명되고 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. 따라서 단계적 중회귀 분석은 가장 설명력이 높으며, 표준오차가 적은 상대값의 대수변환을 이용하여 실시하였다.

**단계적 중회귀분석.** 절대값에 의해 산출한 중회귀식 가운데 6단계와 15단계에서 산출된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 6단계에서는  $\alpha$ -ketoglutaric acid, alanine, arginine, serine 등 네 개의 변수가 유의하였으며, 15단계에서는  $\alpha$ -ketoglutaric acid, alanine, serine, phenylalanine, citric acid, lysine, threonine 등 일곱 개의 변수가 유의하였다. 이 두 중회귀식의 F 값은 1% 유의수준에서 고도로 유의하였고, 6단계에서는 보리간장 맛의

Step 6

$$Y = 18.879X_{25} + 0.039X_7 + 0.021X_{17} - 0.094X_3 + 0.041X_{11} + 0.093X_{33} \quad (3)$$

(4.548:\*\*) (3.176:\*\*) (2.480:\*) (-2.059:\*) (1.527:-) (1.351:-)

<sup>1</sup>R = 0.837, <sup>2</sup>R<sup>2</sup> = 0.701, F = 14.845\*\*, <sup>3</sup>S.E = 6.24

Step 15

$$Y = 37.412X_{25} + 0.031X_7 + 0.017X_{17} - 0.344X_3 - 0.009X_{11} + 0.106X_{33} - 0.109X_{30} + 0.089X_{14} - 2.437X_{26}$$

(4.433:\*\*) (2.032:\*) (1.855:-) (-2.938:\*\*) (-0.170:-) (1.314:-) (-1.614:-) (3.083:\*\*) (-2.412:\*)

$$- 0.177X_{15} + 0.360X_2 - 0.154X_{21} - 0.346X_{23} + 0.114X_{28} + 0.005X_{31} + 47.889(4)$$

(-2.945:\*\*) (2.438:\*) (-1.948:-) (-1.252:-) (1.380:-) (1.346:-)

R = 0.899, R<sup>2</sup> = 0.808, F = 8.129\*\*, S.E = 5.72

**Fig. 1. Multiple regression models of taste computed at step 6 and 15 calculated from the absolute value (X).** X<sub>25</sub>; α-ketoglutaric acid, X<sub>7</sub>; alanine, X<sub>17</sub>; arginine, X<sub>3</sub>; serine, X<sub>11</sub>; isoleucine, X<sub>33</sub>; galactose, X<sub>30</sub>; fructose, X<sub>14</sub>; phenylalanine, X<sub>26</sub>; citric acid, X<sub>15</sub>; lysine, X<sub>2</sub>; threonine, X<sub>21</sub>; lactic acid, X<sub>23</sub>; lavulinic acid, X<sub>28</sub>; arabinose, X<sub>31</sub>; glucose. <sup>1</sup>Mutiple correlation, <sup>2</sup>Coefficient of multiple determination, <sup>3</sup>Standard error of estimation, \*p < 0.05, \*\*p < 0.01. Numbers in parenthesis show t-value for each of entered variables.

Step 6

$$Y = 803.436X_{25} + 6.718X_7 + 7.221X_{17} + 19.429X_{27} + 13.238X_{33} - 6.186X_{30}(5)$$

(4.719:\*\*) (3.829:\*\*) (2.107:\*) (1.806:-) (2.135:\*) (-1.809:-)

<sup>1</sup>R = 0.846, <sup>2</sup>R<sup>2</sup> = 0.83, F = 15.886\*\*, <sup>3</sup>S.E = 6.09

Step 15

$$Y = 1264.886X_{25} + 8.805X_7 + 16.474X_{17} + 25.507X_{27} + 12.368(X_{33} - 22.210X_{30} + 7.562X_{28} - 133.070X_{26}$$

(5.514:\*\*) (4.037:\*\*) (3.593:\*\*) (1.563:-) (2.150:\*) (-3.615:\*\*) (0.958:-) (-3.756:\*\*)

$$+ 2.078X_{31} - 74.313X_{34} + 19.369X_{32} + 18.293X_{14} - 11.748X_{15} - 27.208X_2 + 12.970X_3 + 3.403(6)$$

(1.665:-) (-2.650:\*) (1.513:-) (2.023:-) (-2.423:\*) (-2.092:\*) (1.384:-)

R = 0.918, R<sup>2</sup> = 0.843, F = 10.419\*\*, S.E = 5.16

**Fig. 2. Multiple regression models of taste computed at step 6 and 15 calculated from the relative value which are transformed with logarithm [ln(X'+1.0)].** X<sub>25</sub>; α-ketoglutaric acid, X<sub>7</sub>; alanine, X<sub>17</sub>; arginine, X<sub>27</sub>; pyroglutamic acid, X<sub>33</sub>; galactose, X<sub>30</sub>; fructose, X<sub>28</sub>; arabinose, X<sub>26</sub>; citric acid, X<sub>31</sub>; glucose, X<sub>34</sub>; sucrose, X<sub>32</sub>; maltose, X<sub>14</sub>; phenylalanine, X<sub>15</sub>; lysine, X<sub>2</sub>; serine, X<sub>3</sub>; threonine. <sup>1</sup>Mutiple correlation, <sup>2</sup>Coefficient of multiple determination, <sup>3</sup>Standard error of estimation, \*p < 0.05, \*\*p < 0.01. Numbers in parenthesis show t-value for each of entered variables.

좋고 나쁨을 70.1% 설명할 수 있었으며, 15단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨을 80.8% 설명할 수 있었다. 표준 추정오차는 15단계에서 5.72로 6단계의 6.24에 비해 감소하여 중상관계수값과 함께 추정 정밀도의 상승을 나타내었다.

상대값의 대수변환에 의해 산출된 중회귀식 가운데 6단계와 15단계에서 산출된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 6단계에서는 α-ketoglutaric acid, alanine, arginine, galactose 등 네 개의 변수가 유의하였으며, 15단계에서는 α-ketoglutaric acid, alanine, arginine, galactose, fructose, citric acid, sucrose, lysine, serine 등 아홉 개의 변수가 유의하였다. 이 두 회귀식의 F 값은 1% 유의수준에서 고도로 유의하였고, 6단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 83.0%를 설명할 수 있었으며, 15단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 84.3%를 설명할 수 있었다. 표준추정 오차는 15단계에서는 5.16으로 6단계의 6.09에 비해 감소하여 중상관계수값과 함께 추정 정밀도의 상승을 나타내었다.

변수변환된 단계적 중회귀분석 중 절대값과 상대값의 대수변환에 대한 각 단계에서 산출된 중상관계수(R), 결정계수(R<sup>2</sup>) 및 각 단계간의 중상관계수의 차이를 각각 Fig. 3에 나타내었다. 절대값의 경우 1단계에서 25성분인 α-ketoglutaric acid가 도입됨에 의해 중상관계수는 0.757로 나타났고, 그 후 증가를 계속해 15단계에서는 0.899를 넘었다. 결정계수는 15단계에서 0.808에 도달하였다. 즉, 31번 성분인 glucose에서 이루어지는 15단계의 중회귀식에 의한 관능검사 변동가운데 80.8% 이상이 설명될 수 있다는 것을 의미한다. 최종단계인 35단계에서의 중상관계수는 0.965, 결정계수는 0.932로 나타나 관능검사 변동의

93.2% 이상을 이 회귀모델에서 설명할 수 있었다. 상대값의 대수변환에서는 1단계에서 25성분인 α-ketoglutaric acid가 도입됨에 의해 중상관계수는 0.766로 나타났고, 그 후 증가를 계속해 15단계에서는 0.918을 넘었다. 결정계수는 15단계에서 0.843에 도달하였다. 즉, 2번 성분인 threonine에서 이루어지는 15단계의 중회귀식에 의한 관능검사 변동 가운데 84.3% 이상이 설명될 수 있었다. 최종단계인 35단계에서의 중상관계수는 0.973, 결정계수는 0.946이다. 이것은 관능검사 변동의 94.6% 이상을 이 회귀모델에서 설명할 수 있었다.

**측정값의 표준오차.** 각 단계에서 측정값의 표준오차의 변화 중 절대값과 상대값의 대수변환에 대한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 측정값의 표준오차는 식 (3)에 표현되는 오차(ea) 편차로써 정의된다.

$$e_a = Y_{\text{estimated}} - Y_{\text{observed}} \quad (7)$$

측정의 정확성은 회귀모델에 도입되는 변수의 증가와 함께 점점 높아지는 경향을 보였다. 절대값의 경우 24단계에서 27단계 사이에서 측정값의 표준오차가 최소가 된 후에 이것은 다시 점차 증가하는 경향을 보였으며, 상대값의 대수변환에서는 26단계에서 최소가 된후 점차 증가하였다. 이것은 24단계까지의 변수는 중회귀분석의 정밀도를 높이는 결과를 가져오며, 그 이후의 변수를 도입하는 것은 측정의 정확성을 떨어트린다는 것을 의미한다. 결과적으로 회귀모델에서 효율적인 피크의 수가 증가하는 것은 중상관계수를 엄청나게 증가시키고 동시에 측정값의 표준오차 값을 감소시킨다는 것을 알 수 있다. 반면에 비

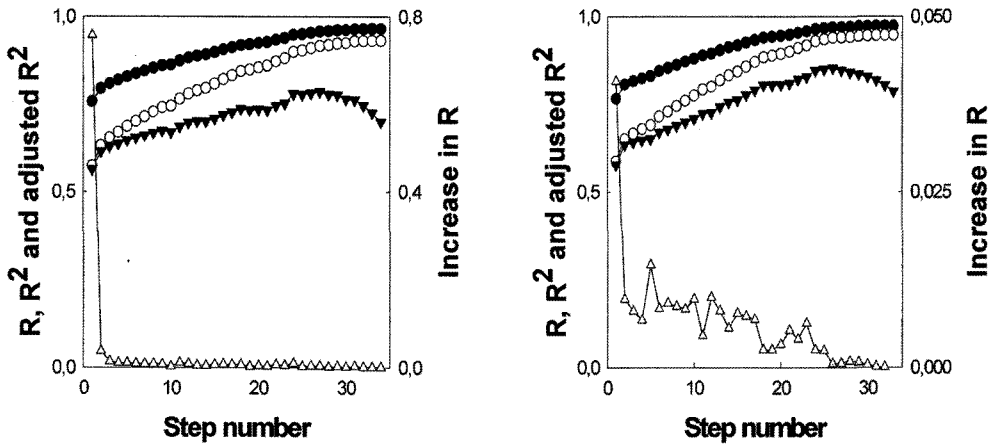


Fig. 3. Multiple correlation coefficient (R), coefficient of multiple determination (R<sup>2</sup>), adjusted R<sup>2</sup> and increase in R of taste at each step calculated from the absolute value (X) and the relative value transformed with logarithm [ln(X+1.0)]. ●-●: multiple correlation coefficient (R), ○-○: coefficient of multiple determination (R<sup>2</sup>), ▼-▼: adjusted R<sup>2</sup>, ▽-▽: increase in R.

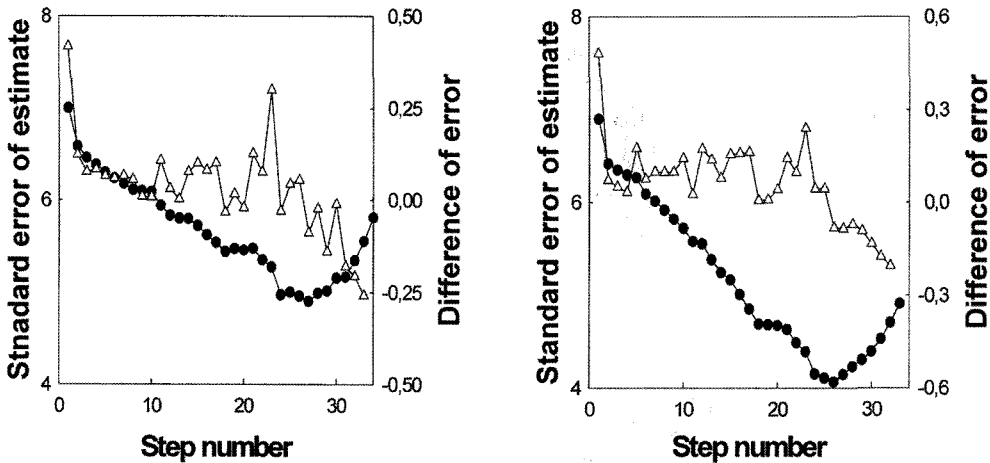


Fig. 4. Change in standard error of estimate of taste computed for each step from the absolute value (X) and the relative value transformed logarithm [ln(X+1.0)]. ●-●: standard error of estimate, △-△: difference of error.

효과적인 피크를 도입할 경우, 중상관계수의 증가에도 불구하고 측정값의 표준오차가 증가하므로 독립변수로서 적절한 성분을 선택하는 것은 측정의 정확성을 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 보리간장 맛은 조사된 맛성분 중 15개의 성분만으로 약 84% 이상을 설명할 수 있었다.

**기여율.** 각 맛성분의 맛에 대한 기여율을 산출한 결과는 Table 6에서와 같다. 기여율은 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 기여하는 정도를 나타내는 척도이며, 좋은 맛에 기여하는지 또는 나쁜 맛에 기여하는지의 여부를 확인하기 위해서는 Table 2의

단순 상관계수와 비교하여야 한다. 즉, 단순상관계수가 (+)값일 경우 좋은 맛에 기여하는 성분이고, 단순상관계수가 (-)값일 경우 나쁜 맛에 기여하는 성분이다.

절대값에서 보리간장 맛에 좋은 기여를 하는 성분은 α-ketoglutaric acid, citric acid, lavalinic acid 및 glutamic acid의 순으로 나타났으며, 보리간장의 나쁜 맛에 기여하는 성분은 lysine, histidine, leucine 및 tyrosine의 순으로 나타났다. 반면, sucrose, serine, aspartic acid 및 cysteine은 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 거의 기여하지 못하는 것으로 확인되었다. 변수변환에서 가장 높은 설명력을 보인 상대값의 대수변환에서 보리간장 맛에 좋은 기여를 하는 성분은 α-ketoglutaric acid, fructose, glutamic acid 및 valine의 순으로 나타났으며, 보리간장 맛에 나쁜 기여를 하는 성분은 lysine, histidine, leucine 및 tyrosine의 순으로 나타났다. 다른 변수변환의 경우에도 비슷한 결과가 도출되는 지를 확인하기 위하여 나머지 다섯 가지의 변수변환에 대하여도 기여율을 산출하여본 결과, lysine의 경우 모든 변수변환에서 보리간장 맛에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 모든 변수변환에서 기여순위는 상대값의 대수변환의

**Table 6. Contributing proportion (Pi) of each component for the taste of *kanjang* made with barley bran**

(Unit: %)

No.	Taste components	Contributing proportion (Pi)					
		$X_i$	$\ln(X_i+1.0)$	$\sqrt{(X_i + 10^{-10})}$	$X'_i$	$\ln(X'_i+1.0)$	$\sqrt{(X'_i + 10^{-10})}$
X <sub>1</sub>	Aspartic acid	0.02(34)	2.27(14)	1.00(22)	0.19(19)	1.97(13)	1.52(16)
X <sub>2</sub>	Threonine	1.08(15)	2.67(11)	1.82(14)	1.78(13)	0.22(29)	0.87(18)
X <sub>3</sub>	Serine	0.04(33)	2.37(13)	1.10(20)	4.70(6)	1.90(14)	3.44(10)
X <sub>4</sub>	Glutamic acid	3.02(8)	<b>6.59(4)</b>	4.95(6)	1.64(14)	2.56(8)	1.98(14)
X <sub>5</sub>	Proline	1.86(10)	0.01(35)	1.93(13)	3.58(8)	1.66(15)	0.67(20)
X <sub>6</sub>	Glycine	0.91(17)	0.24(27)	0.20(27)	1.47(17)	0.85(18)	0.49(24)
X <sub>7</sub>	Alanine	0.60(21)	6.20(6)	3.96(10)	0.39(26)	4.54(6)	4.26(7)
X <sub>8</sub>	Valine	1.11(13)	0.67(24)	1.75(15)	1.80(12)	2.54(9)	3.56(9)
X <sub>9</sub>	Cystein	0.01(35)	1.73(18)	0.37(24)	0.02(34)	0.06(32)	0.26(27)
X <sub>10</sub>	Methionine	0.47(24)	1.65(19)	0.18(28)	0.94(19)	1.24(16)	0.33(25)
X <sub>11</sub>	Isoleucine	0.44(25)	0.42(26)	0.07(33)	0.84(20)	0.38(25)	0.57(21)
X <sub>12</sub>	Leucine	<b>7.23(5)</b>	<b>10.14(2)</b>	<b>7.00(4)</b>	<b>6.06(4)</b>	<b>10.51(3)</b>	<b>10.20(2)</b>
X <sub>13</sub>	Tyrosine	4.04(7)	3.52(9)	4.12(9)	<b>6.02(5)</b>	<b>8.00(5)</b>	<b>6.96(5)</b>
X <sub>14</sub>	Phenylalanine	0.16(28)	1.04(22)	0.84(23)	1.98(11)	2.07(11)	2.36(12)
X <sub>15</sub>	Lysine	<b>21.18(1)</b>	<b>13.17(1)</b>	<b>16.90(1)</b>	<b>19.72(1)</b>	<b>21.25(1)</b>	<b>18.76(1)</b>
X <sub>16</sub>	Histidine	<b>11.40(3)</b>	<b>2.20(15)</b>	<b>5.67(5)</b>	<b>10.07(3)</b>	<b>11.45(2)</b>	<b>7.20(4)</b>
X <sub>17</sub>	Arginine	0.26(27)	1.19(20)	1.71(16)	0.01(35)	0.56(23)	0.75(19)
X <sub>18</sub>	Acetic acid	0.10(30)	0.02(34)	0.06(34)	0.25(27)	0.00(35)	0.16(31)
X <sub>19</sub>	Propionic acid	0.55(23)	0.18(28)	0.09(32)	0.48(25)	0.58(22)	0.09(34)
X <sub>20</sub>	Butyric acid	1.25(12)	0.15(30)	0.30(25)	0.79(21)	0.12(30)	0.14(32)
X <sub>21</sub>	Lactic acid	1.02(16)	1.07(21)	1.49(18)	0.71(23)	0.82(19)	1.59(15)
X <sub>22</sub>	Fumaric acid	0.71(19)	0.47(25)	1.05(21)	0.13(31)	0.02(34)	0.54(22)
X <sub>23</sub>	Lavulinic acid	5.33(6)	<b>8.11(3)</b>	2.26(12)	3.74(7)	2.16(10)	3.07(11)
X <sub>24</sub>	Succinic acid	0.14(29)	0.10(32)	0.15(31)	0.03(33)	0.24(28)	0.10(33)
X <sub>25</sub>	$\alpha$ -Ketoglutaric acid	<b>15.33(2)</b>	<b>6.53(5)</b>	<b>11.42(2)</b>	<b>13.61(2)</b>	<b>10.20(4)</b>	<b>10.04(3)</b>
X <sub>26</sub>	Citric acid	<b>7.41(4)</b>	3.98(8)	<b>7.59(3)</b>	2.83(9)	2.00(12)	4.51(6)
X <sub>27</sub>	Pyroglutamic acid	2.53(9)	1.81(17)	0.16(30)	0.74(22)	0.69(21)	0.03(35)
X <sub>28</sub>	Arabinose	1.32(11)	2.55(12)	1.44(19)	2.07(10)	0.44(24)	0.49(23)
X <sub>29</sub>	Xylose	0.40(26)	5.97(7)	4.31(8)	0.06(32)	0.71(20)	2.05(13)
X <sub>30</sub>	Fructose	0.85(18)	3.39(10)	4.44(7)	1.63(15)	2.95(7)	3.97(8)
X <sub>31</sub>	Glucose	0.63(20)	0.17(29)	0.17(29)	1.61(16)	0.08(31)	0.17(29)
X <sub>32</sub>	Maltose	1.08(15)	0.15(31)	0.27(26)	1.15(18)	0.31(26)	0.28(26)
X <sub>33</sub>	Galactose	0.08(31)	0.73(23)	1.55(17)	0.49(24)	1.21(17)	0.91(17)
X <sub>34</sub>	Sucrose	0.07(32)	0.05(33)	0.05(35)	0.19(28)	0.28(27)	0.17(30)
X <sub>35</sub>	Other	0.58(22)	1.95(16)	2.37(11)	0.18(30)	0.04(33)	0.22(28)

Numbers in parenthesis are order of magnitude of the contributing proportions for the taste of *kanjang* made with barley bran.

결과와 유사함을 알 수 있었다.

양 등<sup>20,11)</sup>과 김 등<sup>19)</sup>은 한국 재래식 된장과 간장의 맛성분 조성을 최적화하기 위한 연구에서 된장은 평방근 변환시 19개의 성분으로 된장 맛의 78%를 설명할 수 있었다고 보고하였으며, 간장의 경우 원래 데이터에서 20종의 성분으로 간장 맛의 85%를 설명할 수 있었으며, 대수변환 데이터로 처리할 경우 18개의 성분으로 81%를 설명할 수 있었다고 보고한 바 있었다.

### 초 록

본 연구는 보리간장의 맛에 영향을 미치는 성분을 규명 위하여 수행되었다. 6가지의 변수변환을 통하여 단계적 중회귀분석을 실시한 결과 절대값의 경우 6단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨을 70.1% 설명할 수 있었으며, 15단계에서는 보리간

장 맛의 좋고 나쁨을 80.8% 설명할 수 있었다. 상대값의 대수 변환에 의해 산출된 식에서는 6단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 83.0%를 설명할 수 있었으며, 15단계에서는 보리간장 맛의 좋고 나쁨에 84.3%를 설명할 수 있었다. 각 맛성분의 맛에 대한 기여율을 산출한 결과 절대값에서 보리간장 맛에 좋은 기여를 하는 성분은  $\alpha$ -ketoglutaric acid, citric acid, lavulinic acid 및 glutamic acid의 순으로 나타났으며, 보리간장의 나쁜 맛에 기여하는 성분은 lysine, histidine, leucine 및 tyrosine의 순이었다. 변수변환에서 가장 높은 설명력을 보인 상대값의 대수변환에서 보리간장의 맛에 좋은 기여를 하는 성분은  $\alpha$ -ketoglutaric acid, fructose, glutamic acid 및 valine의 순으로 나타났으며, 보리간장 맛에 나쁜 기여를 하는 성분은 lysine, histidine, leucine 및 tyrosine의 순으로 나타났다.

**Key words:** 보리간장, 맛성분, 단계적 중화귀분석, 기여율

### 참고문헌

- Oh, H. J. and Lee, S. R. (1996) Physiological function *in vitro* of  $\beta$ -glucan isolated from barley. *Korea J. Food Sci. Technol.* **28**, 689-695.
- Lupton, J. R. and Robinson, M. C. (1993) Barley bran flour accelerates gastrointestinal transit time. *J. Am. Diet. Assoc.* **93**, 881-885.
- Lupton, J. R., Robinson, M. C. and Morin, J. L. (1994) Cholesterol lowering effect of barley bran flour and oil. *J. Am. Diet. Assoc.* **94**, 65-70.
- Newman, R. K., Klopfenstein, C. F., Newman, C. W., Guritno, N. and Hofer, P. J. (1992) Comparison of the cholesterol-lowering properties of whole barley, oat bran and wheat red dog in chicks and rats. *Cereal Chem.* **69**, 240-244.
- Chaudhary, V. K. and Weber, F. E. (1990) Barley bran flour evaluated as dietary fiber ingredient in wheat bread. *Cereal Foods World.* **35**, 560-562.
- Choi, C. (1991) Brewing method and composition of traditional dungge-jang in kyungsangdo area. *Korean J. Dietary Culture.* **6**, 61-67.
- Choi, U. K., Son, D. H., Ji, W. D., Choi, D. H., Kim, Y. J., Lee, S. W. and Chung, Y. G. (1999) Producing method and statistical evaluation of taste of *sigumjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 778-787.
- Son, D. H., Choi, U. K., Kwon, O. J., Im, M. H., Ban, K. N., Cha, W. S., Cho, Y. J. and Chung, Y. G. (2000) Changes in aflatoxin and flavor components of traditional *sigumjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 181-186.
- Kwon, O. J., Son, D. H., Choi, U. K., Lee, S. I., Im, M. H., Cho, Y. J., Yang, S. H., Kim, S. H. and Chung, Y. G. (2001) Optimum conditions for the taste of *kanjang* fermented with barley bran. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 596-602.
- Lee, E. J., Son, D. H., Choi, U. K., Son, D. H., Lee, S. I., Im, M. H., Kim, D. G., Kwon, O. J. and Chung, Y. G. (2002) Characteristics of *kanjang* made with barley bran. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 200-206.
- Lee, E. J., Kwon, O. J., Choi, U. K., Son, D. H., Kwon, O. J., Lee, S. I., Yang, S. H., Im, M. H., Kim, D. G. and Chung, Y. G. (2002) Changes in taste components of *kanjang* made with barley bran during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34**, 85-90.
- Choi, U. K. and Park, J. H. (2004) Evaluation of taste in *kanjang* made with barley bran using multiple regression analysis. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 75-80.
- Im, M. H., Choi, J. D., Chung, H. C., Choi, C. and Choi, K. S. (1998) Optimum soaking condition of raw soybean for meju preparation. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **27**, 664-667.
- Chang, J. K. and Kim, J. K. (1984) Statistical analysis for the relationship between gas chromatographic profiles of Korean ordinary soybean paste flavor and sensory evaluation. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **12**, 153-163.
- Aishima, T. and Nobuhara A. (1976) Evaluation of soy sauce flavor by stepwise multiple regression analysis of gas chromatographic profiles. *Agric. Biol. Chem.* **40**, 2159-2167.
- Draper, N. R. and Smith, H. (1966) In *Applied Regression Analysis*. J. Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 163-180.
- Barylko-Pikielna, N. and Metelski, K. (1964) Determination of contribution coefficients in sensory scoring of over-all quality. *J. Food Sci.* **29**, 29-33.
- Choi, U. K., Son, D. H., Ji, W. D., Choi, D. H., Kim, Y. J., Lee, S. W. and Chung, Y. G. (1999) Producing method and statistical evaluation of taste of *sigumjang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 778-787.
- Kim, J. K., Chung, Y. G. and Yang, S. H. (1985) Effective components on the taste of ordinary Korean soy sauce. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.* **13**, 285-287.
- Yang, S. H., Choi, M. R., Kim, J. K. and Chung, Y. G. (1992) Characteristics of the taste in traditional Korean soybean paste. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 443-448.
- Yang, S. H., Choi, M. R., Kim, J. K. and Chung, Y. G. (1992) Optimization of the taste components composition in traditional Korean soybean paste. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 449-453.