

## 두충차의 관능적 품질에 대한 최적 추출조건의 예측

김만배 · 이기동\* · 정용진\* · 이명희\* · 이상태 · 권중호\*\*†

경남농촌진흥원 함양약초시험장

\*경북과학대학 전통발효식품과

\*\*경북대학교 식품공학과

### Prediction of Extraction Conditions for the Optimized Organoleptic Quality of *Eucommia ulmoides* Leaf-tea

Man-Bae Kim, Gee-Dong Lee\*, Yong-Jin Jeong\*, Myung-Hee Lee\*,  
Sung-Tae Lee and Joong-Ho Kwon\*\*†

Hamyang Medical Plant Experiment Station, Kyungnam Provincial RDA, Hamyang 676-820, Korea

\*Dept. of Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilkok 718-850, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

#### Abstract

This work was designed to determine the optimum extraction conditions for improving the quality of *Eucommia ulmoides* leaf-tea. Soluble solid content was 27.7% in the tea extracted at 99.3°C(extraction temperature) and 67.8 min(extraction time) which were maximum points by the ridge analysis. The extraction conditions for the maximum organoleptic scores were 72.9°C and 59.6 min in color, 80.0°C and 90.0 min in aroma, 77.8°C and 55.5 min in aftertaste, and 77.9°C and 53.1 min in overall palatability. The extraction conditions for the minimum organoleptic scores were 77.8°C and 52.7 min in astringent taste, and 75.1°C and 49.4 min in Chinese medicine taste. The optimum ranges of the conditions based on soluble solid content and overall palatability of the tea were 75~83°C and 55~65 min. The soluble solid content and overall palatability predicted at optimum condition(78°C and 60 min) were similar to experimental values.

**Key words:** *Eucommia ulmoides*, extraction, organoleptic properties, optimization

#### 서 론

두충나무는 두충과(杜冲科, Eucommiaceae)에 속하는 식물(1)로서 잎은 우리나라에서도 기호식품인 차로 이용되고 있으며, 여러 종류의 건강식품으로 개발되고 있다. 두충잎은 이담작용, 항피로작용, 소염작용 등이 알려져 있으며(2), 또한 두충잎은 혈관확장, 축동, 혈당저하, 혈액내의 인슐린 농도의 회복, 혈압저하 작용을 나타낸다고 알려져 있다(3-5). Namba 등(6)은 두충의 물추출물이 이노작용 및 혈압저하 작용이 있다고 하였다. 두충의 주요 성분으로는 cyclopentenoid-tetrol(7), (+)-medioresinol di-O-β-D-glucopyranoside(8), pinoresinol diglucoside(9), lignan glycosides(10), poly-prenoid(11), iridoid(12) 등이 분리되었다. 박과 김(13)

은 두충나무 잎의 부탄올 분획으로부터 astragalín, iso-quercitrín, quercetin 3-O-β-D-xylopyranosyl(1-2)-β-D-glucopyranoside의 flavonoid 등을 분리하였다.

이와 같이 두충잎의 약리학적 연구와 주요 성분에 대한 연구는 많이 이루어졌으나 액상 두충차의 가공을 위한 두충차의 추출에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 최근 두충잎은 차음료로 가공되고 있으나 두충 고유의 떫은 맛과 한약맛 때문에 소비확대에 어려움이 따르고 있다.

따라서 본 연구에서는 볶음 두충잎으로부터 관능적 품질이 우수한 액상 두충차를 얻고자 중심합성계획에 의한 반응표면분석법으로 두충차의 추출조건을 최적화하였다.

† To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 두충(*Eucommia ulmoides* Oliv.)의 잎은 경남 산청지방에서 농민들에 의해 재배된 10년 생의 나무로부터 1997년 7월 20일에 잎을 채취하여 시료로 사용하였다.

볶음방법

시료의 전처리하는 수확 후 잎을 65°C 열풍건조기에서 3시간 이상 건조한 후 분쇄하여 실험계획(14)에 따라 설정된 조건으로 볶았다. 볶음방법은 원통형 회전식 볶음장치(회전드럼크기  $\phi 45 \times 180\text{cm}$ )에서 회전속도를 8rpm으로 조절한 후 가열온도를 300°C로 고정하여 1회 1kg의 재료를 투입하여 30분 동안 볶음처리하였다.

볶음 두충잎의 추출실험 계획

볶음처리한 두충잎은 한약추출기(ME-5000A, Korea)를 이용하여 시료와 용매(물)비를 1:200으로 하여 추출온도[압력 0kg/cm<sup>2</sup>(60°C), 0.12kg/cm<sup>2</sup>(80°C) 및 0.58(kg/cm<sup>2</sup>(100°C))]와 추출시간(30min, 60min, 90min)을 달리하면서 추출을 실시하였다. 추출조건에 대한 실험계획은 중심합성 실험계획(14)에 따라 추출온도(X<sub>1</sub>)와 추출시간(X<sub>2</sub>)은 -1, 0, 1 세단계로 부호화한 실험값을 Table 1에 나타내었다.

고형분 함량 측정

볶음 두충잎을 각 조건별로 추출한 시료의 수용성 고형분 함량은 추출액 50ml를 항량을 구한 수기에 취하여 농축한 후 105°C에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하였으며, 추출액 조제에 사용된 원료량(건물량)에 대한 백분율로써 고형분 수율(%)을 나타내었다.

관능검사

각 조건별로 추출한 두충차에 대하여 관능적 품질을 평가하기 위하여 20~30대 연구원 20명을 대상으로 등

일한 시료를 5회 반복하여 관능검사를 실시한 후 F-검정으로 10명을 선발하였다. 선발된 패널을 대상으로 두충차에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시키고, 이들에게 두충차의 색상, 떫은맛, 한약맛, flavor, 후미 및 전반적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 관능평가를 실시하였다. 평가시료는 볶음 두충잎의 추출조건별 추출액을 일정농도로 희석하여 50°C 부근에서 9점 채점법에 의해 실시하였다(15). 관능검사는 한 번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법(14)으로 실시하였다.

결과 및 고찰

수용성 고형분의 변화

볶음 두충잎의 추출조건별 수용성 고형분 함량은 Table 2와 같으며, 추출조건에 따른 수용성 고형분 함량에 대한 반응표면 회귀식은 Table 3에 나타내었다. 수용성 고형분에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9914로써 높은 수준에서 유의성이 인정되었다. 그리고 볶음 두충잎 추출물의 수용성 고형분 함량에 대한 반응표면 및 contour map은 Fig. 1에 나타내었다. 수용성 고형분 함량은 추출온도와 추출시간에 의해 크게 영향을 받았으며(Fig. 1), 추출시간이 증가함에 따라 비례하여 증가하였고, 또한 추출온도가 증가할수록 증가하면서 온도가 높은 조건에서 80분 정도 추출한 경우 가장 추출수율이 높게 나타났다. 반응표면분석 결과 최대점이 실험구간을 벗어났으므로 다시 능선분석을 행하여 본 결과, 실험구간 내에서 수용성 고형분 함량은 추출온도 99.3°C, 추출시간 67.8분에서 가장 높은 27.7%의 추출수율로 예측되었다(Table 4).

관능적 품질 변화

여러 조건으로 추출한 두충엽차의 관능적 품질로서 색상, 떫은맛, 한약맛, 향기, 후미 및 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 Table 2와 같으며, 그 결과를 이용한 반응표면 회귀식은 Table 3에 나타내었다. 관능적 품질 중 색상에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9041(p<0.05)이었으며, Fig. 2의 contour map(Fig. 2(A))과 같이 추출온도가 증가하고 추출시간이 길어짐에 따라 색상에 대한 관능평점이 증가하여 추출조건이 72.9°C와 59.6분에서 관능평점이 6.9로 최대 관능평점을 나타내었고(Fig. 2(A), Table 4) 그 이상의 온도와 시간에서는 다시 감소하는 경향을 보였다.

떫은맛과 한약맛에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 각각 0.6597

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design

X <sub>i</sub> Extraction conditions	Levels		
	-1	0	1
X <sub>1</sub> Temperature(°C)	60	80	100
X <sub>2</sub> Time(min)	30	60	90

**Table 2. Experimental data for soluble solid content and organoleptic properties in water extracts from roasted *Eucommia ulmoides* leaves**

Experiment No.	Extraction conditions <sup>1)</sup>		Soluble solids (g/100g)	Organoleptic properties <sup>2)</sup>					
	Temperature (°C)	Time (min)		Color	Astringent taste	Chinese medicine taste	Aroma	After-taste	Overall palatability
1	60(-1)	30(-1)	22.1	5.13	2.87	3.73	5.00	5.07	5.53
2	60(-1)	90(1)	24.8	5.80	4.73	4.60	5.07	4.73	4.53
3	100(1)	30(-1)	25.8	5.27	4.40	4.33	4.73	4.20	4.73
4	100(1)	90(1)	27.9	4.33	3.93	5.20	4.87	3.73	3.60
5	80(0)	60(0)	25.5	6.33	2.13	3.27	5.33	6.93	7.27
6	80(0)	60(0)	25.9	6.80	2.20	2.87	5.67	6.93	7.27
7	60(-1)	60(0)	24.1	7.07	4.40	3.53	4.27	3.93	4.07
8	100(1)	60(0)	27.4	5.37	4.09	5.07	4.67	3.93	3.60
9	80(0)	30(-1)	23.7	6.40	3.93	3.80	5.07	4.87	4.67
10	80(0)	90(1)	25.7	5.67	3.87	3.73	6.06	4.40	5.27

<sup>1)</sup>Numbers in parentheses are the coded symbols for the levels of extraction conditions by central composite experimental design.

<sup>2)</sup>Each sensory scores was 1 for dislike extremely and 9 for like extremely except burnt flavor(1 for weak extremely, 9 for strong extremely).

**Table 3. The second order polynomials for soluble solid content and organoleptic properties in water extracts from roasted *Eucommia ulmoides* leaves**

Responses	The second order polynomials <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	Significance
Soluble solid	$Y_S = 16.75714 - 0.012262X_1 + 0.160635X_2 - 0.000250X_1X_2 + 0.000696X_1^2 - 0.000857X_2^2$	0.9914	0.0003
Color	$Y_C = -8.939524 + 0.297571X_1 + 0.166968X_2 - 0.000671X_1X_2 - 0.001766X_1^2 - 0.000990X_2^2$	0.9041	0.0364
Astringent taste	$Y_{AT} = 14.743810 - 0.313679X_1 + 0.005913X_2 - 0.000971X_1X_2 + 0.002346X_1^2 + 0.000660X_2^2$	0.6597	0.3458
Chinese medicine taste	$Y_{CMT} = 17.240952 - 0.348024X_1 - 0.043008X_2 + 2.2500X_1X_2 + 0.002318X_1^2 + 0.000436X_2^2$	0.8425	0.0919
Aroma	$Y_A = -9.193667 + 0.396067X_1 - 0.048344X_2 + 0.000029167X_1X_2 - 0.002490X_1^2 + 0.000469X_2^2$	0.7572	0.1983
After taste	$Y_{AT} = -17.664524 + 0.548238X_1 + 0.090079X_2 - 0.000054167X_1X_2 - 0.003504X_1^2 - 0.000774X_2^2$	0.6121	0.4226
Overall palatability	$Y_{OA} = -21.048333 + 0.658917X_1 + 0.069167X_2 - 0.000054167X_1X_2 - 0.004213X_1^2 - 0.000611X_2^2$	0.5995	0.4431

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub> and X<sub>2</sub> represent extraction temperature and time, respectively.

와 0.8425이었고, 유의성은 한약맛에서만 10% 수준에서 유의성이 인정되었다. 뉘은맛과 한약맛에 대한 contour map(Fig. 2(B,C))은 관능적 색상에 대한 contour map과 반비례하는 경향으로 중심점이 최소점을 나타내어 추출온도와 추출시간이 증가할수록 관능평점이 감소하다가 최소 관능평점을 나타내는 76°C와 50분 이상의 온도와 시간에서는 다시 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2(B,C), Table 4).

향기와 후미에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 각각 0.7572와 0.6121이었으며, 향기에 대한 contour map(Fig. 2(D))은 추출온도가 증가할수록 증가하다가 80°C 내외에서 최대 관능평점을 나타내었고, 그 이상의 온도에서는 다

시 감소하였다. 그러나 추출시간은 경과할수록 관능평점이 감소하다가 약 50분에서 최소값을 나타내고 그 이상에서는 다시 증가하였다. 후미에 대한 contour map(Fig. 2(E))은 관능적 색상의 contour map(Fig. 2(A))과 같이 추출온도가 증가하고 추출시간이 길어짐에 따라 관능평점이 증가하였다. 또 추출조건 77.8°C와 55.5분에서 최대 관능평점을 나타내었고(Fig. 2(A), Table 4) 그 이상의 온도와 시간에서는 다시 감소하는 경향을 보였다.

전반적인 기호도에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.5995로 유의성이 인정되지 않았으며, contour map(Fig. 2(F))은 후미에 대한 contour map과 아주 유사한 경향이였다.

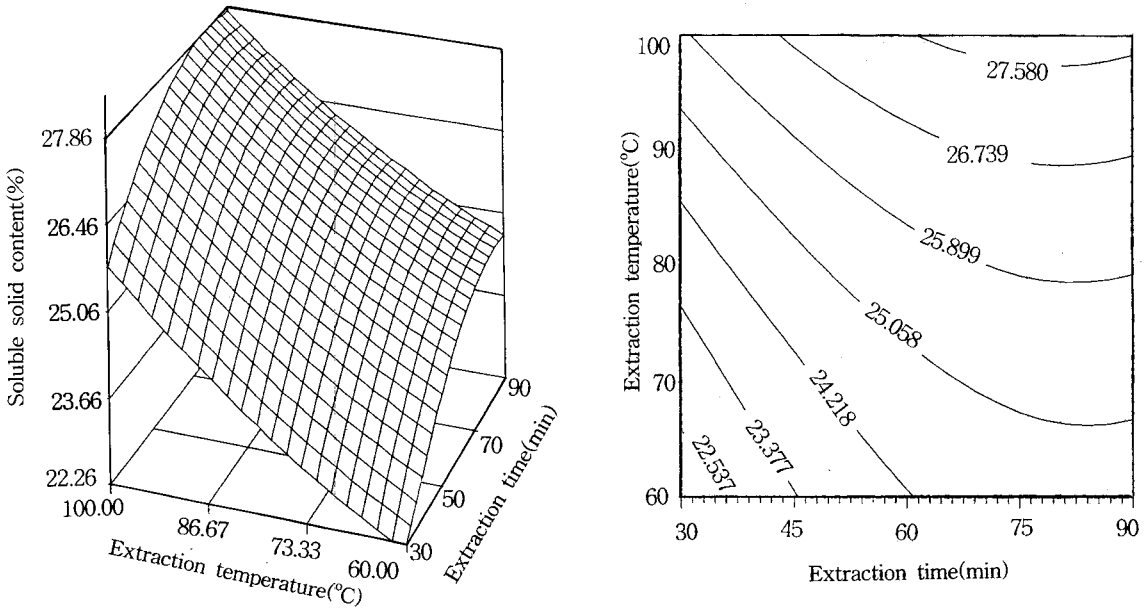


Fig. 1. Response surface and contour map for the effect of extraction temperature and time on water-soluble solid content of roasted *Eucommia ulmoides* leaves.

그리고 추출온도가 증가하고 추출시간이 길어짐에 따라 관능평점이 증가하였으나 추출조건이 77.9°C와 53.1분에서 최대 관능평점을 나타내었고(Fig. 2(F), Table 4), 그 이상의 온도와 시간에서는 다시 감소하는 전형적인 최대점 형태를 나타내었다.

관능적 특성에 대한 추출조건의 최적화

중심합성 실험계획에 의해 추출조건을 달리하면서 볶음두충잎 추출물의 반응변수에 해당하는 품질인자로서 수용성 고형분 함량과 관능적인 특성들에 대한 contour maps을 나타내었다. 이 때 추출조건에 따른 각 반응변수들의 변화에서 정상점은 최고점 및 최대점으로 나타났다. 그러나 실험범위 내의 최적점을 구하고자 능선분석을 행한 다음 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 그러나 Fig. 1과 2에 각각 나타난 바와 같이 추출조건에 대한 이들 반응변수들의 값은 조금씩 다른 양상의

contour maps을 나타내고 있다. 따라서 볶음 두충잎의 수용성 고형분 수율 및 관능적 특성을 극대화시킬 수 있는 최적 조건을 얻기 위하여 수용성 고형분의 함량과 전반적인 기호도의 contour maps을 겹쳐서 superimposed contour map을 작성하였다. 그 결과 Fig. 3에 나타난 바와 같이 빗금친 부분이 얻어졌고, 이 부분이 두충엽차의 관능적 품질 특성을 극대화시킬 수 있는 최적 추출조건 범위로서 추출온도 75~83°C, 추출시간 55~65분으로 각각 예측되었다. 따라서 이와 같은 예측결과에 대한 모델식의 신뢰성을 확인하기 위하여 예측된 최적조건 범위내의 임의의 조건(추출온도 78°C 및 추출시간 60min)으로 추출하여 수용성 고형분 함량과 전반적인 기호도를 검사하여 본 결과, 예측된 고형분 함량(25.48%)과 관능평점(6.41)은 최적조건에서 실제 추출한 결과(고형분 함량 26.13%, 관능평점 6.45)와 유사하였다.

Table 4. Predicted levels of optimum extraction conditions for the maximized organoleptic properties in water extracts from roasted *Eucommia ulmoides* leaves by the ridge analysis

Extraction conditions	Levels for optimum response						
	Soluble solid (g/100g)	Color	Astringent taste	Chinese medicine taste	Aroma	Aftertaste	Overall palatability
Temperature(°C)	99.3	72.9	77.8	75.1	80.0	77.8	77.9
Time(min)	67.8	59.6	52.7	49.4	90.0	55.5	53.1
Predicted value	27.7	6.9	2.7	3.1	6.2	6.2	6.4

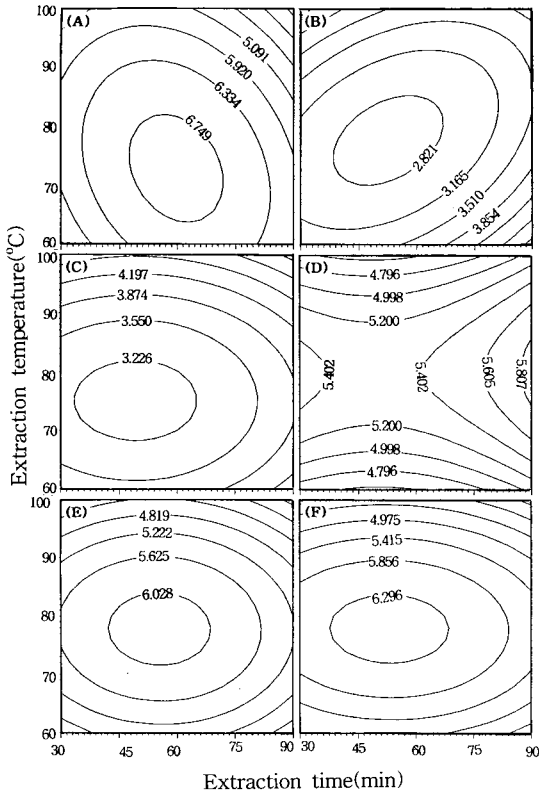


Fig. 2. Contour maps for the effect of extraction temperature and time on organoleptic properties ((A) sensory color, (B) astringent taste, (C) Chinese medicine taste, (D) aroma, (E) after taste and (F) overall palatability) in water extracts from roasted *Eucommia ulmoides* leaves.

요 약

볶음 두충엽차 추출물의 관능적 품질을 최적화하고자 반응표면분석에 의한 볶음 두충엽의 최적 추출조건을 예측하였다. 수용성 고형분 함량은 능선분석에 의해 추출온도 99.3°C, 추출시간 67.8분에서 그 함량이 27.7%로 예측되었다. 관능적 특성에 대한 추출온도와 추출시간의 최적 조건은 색상 72.9°C와 59.6분, 향기 80.0°C와 90.0분, 후미 77.8°C와 55.5분 그리고 전반적인 기호도 77.9°C와 53.1분에서 최대의 관능평점을 나타내었다. 그리고 떫은맛은 77.8°C와 52.7분, 그리고 한약맛은 75.1°C와 49.4분에서 최소값을 나타내었다. 이상의 결과를 바탕으로 두충엽차의 수용성 고형분 함량과 관능적 품질 특성 중 전반적인 기호도의 반응표면을 superimposing하여 최적 추출조건 범위를 예측한 결과 추출온도는 75~83°C, 추출시간은 55~65분이었다. 최적조건에서 예측된 수용성 고형분 함량과 전반적인 기호도

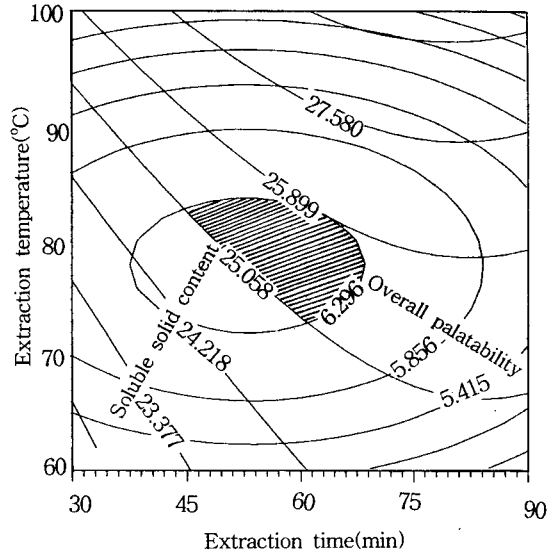


Fig. 3. Superimposed contour map for overall optimization of response variables in the extraction of roasted *Eucommia ulmoides* leaves(soluble solid content and overall palatability).

는 최적조건으로 실제 추출을 행한 결과와 유사하였다.

문 헌

1. 과학 · 백과사전출판사 : 약초의 성분과 이용. 일월건강, 서울, p.145(1991)
2. 홍남두, 노영수, 원도희, 김남재, 조보선 : 두충나무의 항당뇨활성에 관한 연구. 생약학회지, 18, 112(1987)
3. 홍남두, 노영수, 김중우, 원도희, 김남재, 조보선 : 두충나무의 일반 약리활성 연구. 생약학회지, 19, 102(1988)
4. 정명현, 박정완 : 혈압강하제 국산자원생약의 개발연구. 생약학회지, 6, 29(1975)
5. Ma, Y., Yie, J., Hattori, M., Kaneko, S., Nomura, Y., Wakaki, K. and Namba, T. : Studies on Tu-Chung leaves (I). J. Med. Pharm. Soc. Wakan-Yaku, 4, 26 (1987)
6. Namba, T., Hattoti, M., Yie, J., Ma, Y., Nomura, Y., Katamura, K. and Lu, W. : Studies on Tu-Chung leaves (I). J. Med. Pharm. Soc. Wmkan-Yaku, 3, 89 (1986)
7. Bianco, A., Lavarone, C. and Trogolo, C. : Structure of eucommiol, a new cyclopentenoid-tetrol from *Eucommia ulmoides*. Tetrahedron, 30, 4117(1974)
8. Deyama, T. : The constituents of *Eucommia ulmoides* I. Isolation of (+)-medioresinol di-O-β-D-glucopyranoside. Chem. Pharm. Bull., 31, 2993(1983)
9. Charles, J. S., Ravikumar, P. R. and Huang, F. C. : Isolation and synthesis of pinoresinol diglucoside, a major anti-hypertensive principle of Tu-Chung (*Eucommia ulmoides*). J. Am. Chem. Soc., 98, 5412(1976)
10. Deyama, T., Ikawa, T., Kitagawa, S. and Nishibe, S. : The constituents of *Eucommia ulmoides* III. Isolation

- and structure of a new lignan glycoside. *Chem. Pharm. Bull.*, **34**, 523(1986)
11. Horii, Z., Ozaki, Y., Nagao, K. and Kim, S. : Ulmoprenol, a new type C<sub>30</sub> polyprenoid from *Eucommia ulmoides*. *Tetrahedron Lett.*, **50**, 5015(1978)
  12. Bianco, A., Bonini, C., Guiso, M., Lavarone, C. and Trogolo, C. : Iridoids. X X VI. Ulmoside, a new iridoid from *Eucommia ulmoides*. *Gazzetta Chimica Italiana*, **108**, 17(1978)
  13. 박종철, 김성환 : 두충나무잎의 생리활성 flavonoid 분석. *한국영양식량학회지*, **24**, 901(1995)
  14. 박성현 : 현대실험 계획법. 민영사, 서울, p. 547(1991)
  15. 김만배, 김동길, 이기동, 권중호 : 가압볶음장치에서 등골레(황정) 근경의 볶음조건 최적화. *한국식품영양과학회지*, **27**, 80(1998)

(1998년 5월 18일 접수)