

대나무 열수추출물의 화학적 특성

김낙구 · 조숙현 · 이상대 · 류재산 · 심기환*
경남농업기술원 식물환경과, *경상대학교 식품공학과

Chemical Properties of Hot Water Extracts from Bamboos(*Phyllostachys* sp.)

Nak-Ku Kim, Sook-Hyun Cho, Sang-Dae Lee, Jae-San Ryu and Ki-Hwan Shim*

Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Chinju 660-370, Korea

*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

Chemical composition of the water extract of three different kinds of bamboos was investigated to access nutritive sources. Bamboo stalks and leaves were extracted massively and concentrated to 3°Brix, and crude protein and fat contents of the extracts were respectively 0.56~0.69% and 0.28~0.58%. Main mineral contents of the extracts were K, P and Mg in order, and those were the highest in Wangdae stalks. In free sugar analysis of the extracts, Maengjongjuk stalks contained 1.1% sucrose, Somdae stalks contained 0.51% fructose and Wangdae stalks contained 0.6% glucose as the highest level. Organic acid contents of the extracts showed high level in acetic and malic acid which were 54.0 and 44.2mg% in extracts of Wangdae stalks respectively. Among amino acids, aspartic acid was contained the highest level in stalk extracts, and their concentrations were 42.2, 39.9 and 34.6mg% in Wangdae, Somdae and Maengjongjuk, respectively. In leaf extracts, glutamic acid concentrations were higher than the other amino acids, and those were 19.3, 18.5 and 15.7mg% in Maengjongjuk, Wangdae and Somdae, respectively.

Key words : bamboo, hot water extract, chemical property

서 론

대나무는 생장이 매우 빠른 벚과식물로 식재 후 4-5년이면 죽재로서 수확이 가능하다. 대나무의 지경인 죽순은 그 영양성과 독특한 맛으로 식용으로 많이 이용되고 있고(1), 줄기는 죽세공품, 농용재, 건축용재, 펄프용재 등 다양한 용도로 사용되며, 편근으로

번식하기 때문에 벌채 후 다시 식재할 필요가 없고, 일 단 죽림을 조성한 후에는 많은 관리비를 들이지 않고 지속적으로 계속 생산이 가능하고 다양한 수요로 수익성이 높았으나, 플라스틱 등의 합성재료의 보급으로 대나무의 수요가 급감하여 지금은 거의 방치되어 있는 실정이다.

대나무는 죽재로 주로 이용되었으며 잎 등 부산물들은 한약재로 이용되어 왔는데, 특히 대나무를 쪄서 가열하고 흐르는 액을 받은 것은 죽력이라 하여 증풍 등에 효과가 좋다고 하였고, 죽력을 추출하는 장치에 관한 특허도 몇몇 출원되어 있다(2,3). 최근에는 대나무

Corresponding author : Nak-Ku Kim, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Chinju 660-370, Korea
E-mail : knkgo@hanmail.net

통을 이용해 각종 음식을 만든 대나무통 밥, 대나무통 술, 대나무통 계란찜, 대나무 돈육구이 및 대나무 숯을 이용한 가공품과 주류정제 등 여러 분야에 이용되고 있어 대나무의 수요가 조금씩 증가하고 있으나 아직 미미한 단계이다.

1999년 현재 우리나라의 죽림면적은 7,594 ha로서 전남(58%)과 경남(30%)에서 주로 재배되고 있다(4). 대나무의 종류로는 왕대(*Phyllostachys bambusoides* Starf), 솥대(*Phyllostachys nigra* var. *henonis* Starf)가 대부분을 차지하고 있고, 죽순대라 일컬어지는 맹종죽(*Phyllostachy edulis* Makino) 및 기타 오죽, 이대, 어평죽 등도 일부 재배되고 있다(5).

대나무에 대한 식품학적 연구는 죽순에 관한 것이 많으며, 이들의 성분분석(6), 발효과정 중에 일어나는 산, 당, 환원당, 비타민 C, 단백질 등의 변화(7), 주석을 제거하는 방법에 대한 보고(8) 등이 있다. 또 대나무의 줄기를 자르고 받아낸 수액에 관한 연구로는 자작나무류, 대나무류 및 다래나무 수액의 성분조성(9), 단기 임신 신소득원 개발에 관한 연구(5) 등이 있다. 대나무의 줄기나 잎을 이용한 연구는 죽력의 약리작용(10), 대나무 잎의 생리활성 그 추출물의 항균활성(11), 동치미에서 대나무잎이 품질과 맛에 미치는 영향(12), 김치발효미생물에 대한 대나무잎 추출물의 항균력(13) 등으로서 주로 항균활성에 관한 연구가 이루어져 있으나, 성분 등에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라 대표죽종인 왕대, 솥대 및 맹종죽을 추출하여 영양학적인 성분들을 조사함으로써 대나무를 식품소재로 활용하기 위한 자료로 삼고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 시험에 사용한 대나무는 경남 사천시에서 자라는 맹종죽(*Phyllostachy edulis* Makino), 솥대(*Phyllostachys nigra* var. *henonis* Starf), 왕대(*Phyllostachys bambusoides* Starf)의 줄기 및 잎을 2000년 8-10월 사이에 3회 채취하였다. 재료로 사용한 대나무는 반절하고, 댓잎은 따로 떼어 모아 세척한 후 200 l 용량의 추출기에 넣고, 줄기의 5배(중량비) 또는 잎의 10배의 비율로 물을 첨

가하여 95℃에서 3시간정도 추출하였다. 추출액은 다시 감압농축기로 80℃에서 휴대용굴절계(ATAGO N-1E, Japan)로 3° Brix가 되도록 조정하여 사용하였다. 대조구로는 대나무를 직접 가열하여 추출한 죽력을 사용하였으며, 이 죽력은 재래식 추출장치를 개량한 제조장치(3)에서 추출한 것을 살균 후 4℃에서 보관하면서 사용하였다.

일반성분

죽종별 추출물의 고형분 함량은 추출시료 1ml를 취하여 105℃에서 항량이 되도록 건조하고 증발잔사량을 시료중량으로 나누고 백분율로 표시하였다. 조단백질은 Auto-Kjeldahl 법으로 단백질추출기(Büchi 315, Deutschland)를 이용하여 측정하였다. 조지방은 시료를 원통여지에 넣고 100℃에서 건조한 후 ethyl ether를 가하여 Soxhlet로 16시간 추출한 다음 감압농축하여 측정하였다. 조회분은 직접회화법으로(14) 측정하였으며, 산도는 NaOH의 적정량을 acetic acid로 환산하여 %로 나타내었다.

무기성분

무기성분은 Atomic absorption spectrophotometer(Hitachi 170-30, Hitachi, Tokyo)를 사용 K 766.9, Ca 423.2, Mg 285.2, Mn 279.5, Fe 248.3, Na 589.0, Zn 213.9nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였으며, P는 380nm에서 spectrophotometer(Stasar III, Gilford, Oberlin)로 측정하였다.

유리당 및 유기산

유리당 및 유기산은 HPLC로 분석하였는데, 유리당은 RI Detector로 이동상 redistilled H₂O 칼럼온도 80℃에서, 유기산은 UV 210nm로 이동상 4mM H₂SO₄ 칼럼온도 35℃에서 분석하였는데 이때 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for free sugar and organic acid analysis

Mode	Free sugar	Organic acid
Detector	RI	UV210nm
Flow rate (ml/min)	0.6	0.6
Mobile phase	redistilled H ₂ O	4mM H ₂ SO ₄
Column temperature (°C)	80	35
Column	Bio-rad HPX-87P 300×7.8mm	Bio-rad HPX-87H 300×7.8mm

구성아미노산

구성아미노산의 분석은 일정시료에 6N HCl을 가하고 진공밀봉한 후 110±1℃의 heating block에서 24시간 가수분해시키고 glass filter로 여과한 여액을 rotary vacuum evaporator로 HCl을 제거하고 증류수로 2회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2ml로 용해한 다음 0.2µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기로 분석하였다. Column은 Ultrapac 11 cation exchange resin(11±2µm)으로 flow rate와 buffer exchange는 ninhydrin 25ml/hr과 pH 3.2-10.0으로 하고, column temperature 46℃, reaction temperature 88℃, analysis time 44 min.으로 측정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

추출물의 일반성분은 Table 2와 같다. 녹차 침출액의 경우 조단백질은 0.7%였고 조지방은 검출되지 않았는데(15), 본시험에서 대나무 추출물의 조단백질 및 조지방의 함량은 줄기 추출물이 각각 0.63-0.69%와 0.42-0.57%로서, 잎 추출물의 0.56-0.69% 및 0.28-0.58%에 비해 대체적으로 높은 함량을 보였다. 고형분도 줄기 추출물이 3.0-3.5%로서 잎 추출물의 2.6-2.9% 보다 높은 함량을 보였으며, acetic acid로 환산한 산도는 맹종죽 외에는 줄기의 추출액이 잎보다 높았다.

Table 2. Proximate composition of extracts from bamboo stalks and leaves

Sample	Solid content	Crude Protein	Crude fat	Ash	Total acid
Control	1.5	0.37	0.13	0.27	0.12
Stalks					
Maengjongsjuk	3.0	0.67	0.57	0.85	0.15
Somdae	3.4	0.63	0.56	0.94	0.24
Wangdae	3.5	0.69	0.42	1.07	0.25
Leaves					
Maengjongsjuk	2.9	0.58	0.28	0.67	0.19
Somdae	2.6	0.56	0.58	0.54	0.17
Wangdae	2.8	0.69	0.41	0.58	0.14

무기성분

대나무 줄기 및 잎 추출물의 무기성분함량은 Table 3

과 같다. 무기성분의 함량은 K, P, Mg의 순으로 높았는데, K의 함량은 줄기가 393.9-658.7mg%으로서 잎의 216.4-255.2mg%에 비해 높았다. 특히 K의 함량은 다른 무기성분에 비해 훨씬 그 함량이 높았는데, 황 등(16)도 국내 80여종의 약초류에서 대부분이 칼륨의 함량이 가장 높은 것으로 보고하였다. P의 함량은 줄기에서 34.1-94.0mg%, 잎에서 43.0-80.1mg%로서 각 족종마다 차이가 많았으며, Mg의 경우는 줄기 13.3-21.2mg%, 잎 23.0-35.0mg%로서 잎 추출물의 함량이 높았다. K는 일반 식물체에 널리 분포하고 있는 성분으로 세포의 삼투압 유지작용 외에 고혈압을 방지하는 효과가 있고, 마그네슘은 신경을 안정시키고 체내 여러 효소의 보조인자로 작용하여 효소기능을 활성화시킨다고 알려져 있어(17), 이들 추출물을 이용하면 이들 무기성분을 유효하게 사용할 것으로 생각된다. Ca을 비롯한 기타 원소들도 소량이나마 골고루 분포되어 영양적 가치를 지니고 있었고, 무기성분의 총량은 왕대줄기 추출물이 가장 높은 함량을 보였다.

Table 3. Mineral contents of extracts from bamboo stalks and leaves

Sample	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	P
Control	33.0	0.4	4.5	0.3	0.05	0.2	0.2	8.0
Stalks								
Maengjongsjuk	393.9	1.6	21.2	4.6	0.07	2.4	0.2	34.1
Somdae	578.9	0.7	13.5	11.2	0.08	2.5	0.6	87.4
Wangdae	658.7	0.6	13.3	16.3	0.04	0.7	0.4	94.0
Leaves								
Maengjongsjuk	255.2	1.6	25.3	10.9	0.16	6.1	0.3	65.5
Somdae	236.3	1.0	23.0	7.9	0.21	4.6	0.4	43.0
Wangdae	216.4	0.5	35.0	7.1	0.15	14.7	0.2	80.1

유리당

각 추출물의 유리당은 HPLC로 분석하였는데, sucrose, glucose 및 fructose가 검출되었고, 그 함량은 족종별, 부위별로 차이가 많았다(Table 4). sucrose는 맹종죽 줄기에서 1.07%, glucose는 왕대줄기 0.60%, fructose는 솜대 줄기에서 0.51%로서 가장 함량이 높게 나타났다. 대나무 수액의 유리당에서는(5,9) sucrose, glucose 및 fructose가 검출되었고, maltose는 검출되지 않았으며, 족종별로 sucrose 1.6-2.5g/l, glucose 1.8-3.4g/l 및 fructose 1.4-2.9g/l의 범위에 있다고 하였는데, 본시험에서는 이들 각 성분의 함량이 줄기 추출물에서 대나무 수액보다 높았

으나, 잎 추출물은 낮은 경향을 보였다.

Table 4. Free sugar contents of extracts from bamboo stalks and leaves

Sample	(Unit : %)				
	Sucrose	Lactose	Glucose	Galactose	Fructose
Control	0.21	- ¹⁾	0.27	-	0.30
Stalks					
Maengjongjuk	1.07	-	0.44	-	0.45
Somdae	0.41	-	0.40	-	0.51
Wangdae	0.25	-	0.60	-	0.27
Leaves					
Maengjongjuk	0.14	-	0.25	-	0.15
Somdae	0.18	-	0.13	-	0.15
Wangdae	0.18	-	0.29	-	0.25

¹⁾ Not detected.

유기산

유기산은 신맛을 가진 성분으로, 미각을 자극시키고 식욕을 증진시켜 주는 효과가 있다고 알려져 있다. 대나무 추출물의 유기산 함량에서는 malic acid와 acetic acid의 함량이 특히 높았으며, malic acid는 왕대줄기가 44.2mg%로 가장 높았으며, 모든 족종에서 줄기 추출물이 잎 추출물보다 함량이 높았다. acetic acid는 솜대잎이 50.5mg%로 가장 높았으며 족종에 따라 줄기와 잎의 함량비가 서로 달랐다. 유기산 중에서 oxalic acid, citric acid, succinic acid는 족종 및 부위에 따라 소량 검출되었으나, formic acid는 모든 추출물에서 검출되지 않았다. 이들의 함량은 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Organic acid contents of extracts from bamboo stalks and leaves

Sample	(Unit : mg%)					
	Organic acid					
	Oxalic	Citric	Malic	Succinic	Formic	Acetic
Control	- ¹⁾	-	7.4	2.4	-	1.9
Stalks						
Maengjongjuk	0.6	3.8	40.5	1.9	-	22.5
Somdae	0.9	6.2	41.9	16.0	-	33.8
Wangdae	2.2	3.9	44.2	12.2	-	54.0
Leaves						
Maengjongjuk	-	11.4	38.9	-	-	49.3
Somdae	-	8.8	14.1	-	-	50.5
Wangdae	-	4.3	19.7	-	-	28.3

¹⁾ Not detected.

구성아미노산

아미노산은 자동분석기로 aspartic acid를 비롯 17종을 분석하였으며 결과는 Table 6과 같았다. 대나무수액의 (5,9) 아미노산함량은 맹종족에서는 serine 3.6mg%, 왕대에서는 threonine 2.0mg%, 솜대에서는 tyrosine 4.5mg%로 각각 가장 높은 함량을 보였다고 하였는데, 대나무 추출물에서는 대체적으로 aspartic acid, serine, glutamin의 함량이 높았다. aspartic acid는 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 함량이 많았는데 왕대 42.2mg%, 솜대 39.9mg%, 맹종족 34.6mg%로 나타났다. serine은 맹종족 줄기 추출물이 14.6mg%, glutamine은 왕대줄기 추출물이 22.3mg%로서 가장 높은 함량을 보였으며, 이들은 족종에 따라 줄기와 잎에서의 비율이 달랐다. 오 등 (18)은 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물에서 구기자를 제외한 3시료는 모두 필수아미노산의 결핍이 많았다고 하였는데, 본시험에서 필수아미노산은 valine을 비롯하여 7종을 분석했는데 methionine 외는 모두 고루 함유하고 있었다.

Table 6. Amino acid contents of extracts from bamboo stalks and leaves

Amino acid	(Unit : mg%)						
	Control	Stalks			Leaves		
		Maeng-jongjuk	Somdae	Wangdae	Maeng-jongjuk	Somdae	Wangdae
Asp	20.2	34.6	39.9	42.2	9.7	8.8	12.8
Thr	1.6	8.9	6.5	5.8	2.7	3.4	4.7
Ser	7.5	14.6	11.0	12.4	8.8	9.1	14.2
Glu	12.4	6.5	17.4	22.3	19.3	15.7	18.5
Pro	- ¹⁾	9.1	-	17.8	3.4	-	3.7
Gly	0.8	2.4	2.2	3.0	4.5	3.8	4.7
Ala	6.1	7.2	8.1	8.6	13.6	11.9	15.4
Cys	3.1	3.6	4.7	3.9	8.7	4.7	8.3
Val	0.8	1.0	1.5	3.7	5.7	4.3	6.9
Met	-	-	-	-	-	-	-
Ile	0.4	0.3	0.7	1.8	2.5	1.9	3.9
Leu	0.6	0.5	0.8	1.8	3.3	2.5	6.0
Tyr	0.8	1.9	1.6	3.0	3.1	3.8	6.3
Phe	1.1	1.2	3.8	3.6	6.5	6.7	10.6
His	0.4	5.6	1.7	3.7	1.2	1.4	3.1
Lys	1.6	4.0	1.7	2.6	3.2	3.1	6.2
Arg	1.9	12.3	4.8	4.7	0.8	1.6	2.5

¹⁾ Not detected.

색도 및 투과도

각 추출물들의 색도는 색차계(TC-3600, Tokyo Denshoku

Co.)를 이용하여 Hunter value의 L, a, b 값으로 표시하였고, 투과도는 UV Spectrophotometer로 650nm에서 증류수를 100%로 하였을 때의 값으로 나타내었는데 그 결과는 Table 7과 같았다. 일반적으로 Hunter value는 식품의 색도를 나타내는 값으로 많이 이용되고 있으며, 박 등(19)은 이 값을 이용하여 당근의 카로티노이드함량을 추정할 수 있었다고 하였다. 본시험에서 명도(Lightness)는 줄기 추출물이 41.2-55.9로서 잎 추출물의 14.8-23.9에 비해 높았으며, 맹종죽줄기의 추출물이 55.9로 가장 높아서 밝은 색상을 띠었고, 맹종죽잎의 추출물은 14.8로 가장 낮아 어두운 색상을 띠었다. 투과도는 맹종죽줄기가 64.3%로 가장 높았고, 맹종죽 잎이 21.8%로 가장 낮았다. 이 등(20)은 구기자를 동일한 고형분 농도로 추출하였을 때라도 추출액의 색이 진할 경우 투과도가 낮게 나타난다고 하였는데, 본시험에서도 투과도는 색도와 깊은 관련이 있는 것으로 생각되었다.

Table 7. Hunter value and transmittance of extracts from bamboo stalks and leaves

Sample	Hunter value ¹⁾			Transmittance (%)
	L	a	b	
Control	67.5	1.0	16.2	58.3
Stalks				
Maengjiongjuk	55.9	8.3	31.8	64.3
Somdae	41.2	16.8	28.2	50.8
Wangdae	47.6	17.0	33.1	59.4
Leaves				
Maengjiongjuk	14.8	28.7	10.5	21.8
Somdae	23.9	24.9	16.7	31.3
Wangdae	20.9	25.2	14.8	26.7

¹⁾ L : Lightness(100-0), a : red(+60)-green(-60), b : yellow(+60)-blue(-60)

요 약

대나무 줄기 및 잎의 열수추출물의 영양학적 가치를 검토코자 화학성분을 분석하였다. 대나무 줄기와 잎 추출물의 고형분은 줄기가 3.0-3.5%, 잎이 2.6-2.9%로 줄기에서 더 높은 함량을 보였고, 조단백질은 0.56-0.69% 범위로 왕대의 줄기와 잎 추출물에서 모두 0.69%로 가장 높은 함량을 보였으며, 조지방은 0.28-0.58% 범위였는데, 솜대의 잎이 0.58%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 무기성분의 함량은 K, P, Mg 순으로 높았으며 K와 P의

함량은 왕대의 줄기 추출물이 각각 658.7, 94.0mg%로 가장 높았는데, 특히 K의 함량은 모든 종류의 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 현저히 높은 함량을 보였다. Mg은 맹종죽줄기 21.2mg%, 솜대줄기 13.5 mg%, 왕대줄기 13.3mg%이고, 맹종죽잎 25.3mg%, 솜대잎 23.0mg%, 왕대잎 35.0mg%로 해당 종류의 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 낮은 함량을 보였다. 추출물의 유리당 함량은 sucrose가 맹종죽줄기에서 1.1%, fructose는 솜대줄기에서 0.51%, glucose는 왕대줄기에서 0.6%의 함량으로 가장 높았는데 전체적으로 줄기 추출물이 잎 추출물에 비해 높은 함량을 보였다. 추출물들의 유기산 함량은 malic acid 및 acetic acid가 높게 나타났으며, 왕대 줄기에서 malic acid 44.2mg% 및 acetic acid 54.0mg%로 가장 높은 함량을 보였다. 총아미노산 함량은 줄기 추출물에서는 aspartic acid가 가장 높은 함량을 보였는데, 왕대 42.2 mg%, 솜대 39.9mg%, 맹종죽 34.6mg% 순이었다. 잎 추출물에서는 glutamic acid의 함량이 가장 높았으며 맹종죽 19.3mg%, 왕대 18.5mg%, 솜대 15.7mg% 순이었다.

참고문헌

1. 유태종 (1977) 식품카르테, 박영사. p.63-64
2. 강대주 (1997) 축력 추출방법 및 추출장치. 특허 1997-002644
3. 배상립 (1999) 대나무 기름 추출장치. 특허출원번호 10-1999-0007335
4. 농림부 (2000) 농림통계연보. p.236-237
5. 산림청 (1996) 단기 임산 신소득원 개발에 관한 연구. 산림청 보고서. p.253-274
6. Michiko, F. (1990) Difference between bamboo shoots and vegetables in thermal disintegration of tissues and polysaccharides fractionated by successive extraction. *J. Food Sci.*, 55, 739-745
7. Pravabati, S. and Tombi, S.H. (1986) Studies on the chemical and nutritional changes of bamboo shoots during fermentation. *J. Food Sci. Tech.*, 23, 338-342
8. Chien, C.H. and Su, J.C.. 1987. Detinning factors from the shoots of bamboo *Leleba oldhami*. *J. Food Sci.*, 52, 673-680
9. 정미자, 이수정, 신정혜, 조종수, 성낙주 (1995) 자작

- 나무류, 대나무류 및 다래나무수액의 성분조성. 한국영양식량학회지, 24, 727-733
10. 홍남두, 김종우, 최승기, 김남재, 손정곤 (1982) 죽력의 약리작용에 관한 연구 (제 1보). 경희약대논문집, 10, 69-75
 11. 김미정, 변명우, 장명숙 (1996) 대나무(신의대)잎의 생리활성 및 항균성 효과. 한국영양식량학회지, 25, 135-142
 12. Mi-Jung Kim, Byong-Ki Kim, Myung-Sook Jang (1996) Effect of Bamboo (*Pseudosasa japonica Makino*) Leaves on the Quality and Sensory Characteristics of *Dongchimi*. *J. Food Sci. Nutr.*, 1, 159-167
 13. 정대균, 유리나 (1995) 김치 발효미생물에 대한 대나무잎 추출물의 항균력. 한국식품과학회지, 27, 1035-1038
 14. A.O.A.C. (1995) Official Methods of Analysis. p.14 14th ed., Washington, D.C.
 15. 농촌진흥청 (1996) 식품성분표. p.330-331
 16. 황진봉, 양미옥, 신현경 (1997) 약초중의 일반성분 및 무기질 함량조사. 한국식품과학회지, 29, 671-679
 17. 오명숙 등 (1994) 영양과 식품, 효일문화사. p.56-67
 18. 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효 (1990) 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산 및 타닌의 조성. 한국식품과학회지, 22, 76-81
 19. 박세원, 박 용, 정 혁 (1995) 색깔 측정에 의한 당근의 품질평가 방법. 한국원예 학회지, 36, 481-485
 20. 이부용, 김은정, 최희돈, 김운숙, 김인환, 김성수 (1995) 볶음 조건에 따른 구기자 열수추출물의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 27, 768-772

(접수 2001년 9월 28일)