KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 15, No. 3 (1983)

放射線照射와 自然低温에 의한 発芽食品의 Batch Scale貯蔵에 関한 研究

第五報 : 長期貯蔵된 照射밤의 調理適性에 대하여

梁好淑 · 金鍾君* · 趙漢玉 · 邊明宇 · 権重浩

한국에너지研究所 放射線農学研究室
*世宗大学 家政学科

(1983年 2月12日 수리)

Batch Scale Storage of Sprouting Foods by Irradiation Combined with Natural Low Temperature

V. Cooking Qualities of Irradiated Chestnut after Long-term Storage

Ho Sook Yang, Jong Gun Kim*, Han Ok Cho, Myung Woo Byun, and Joong Ho Kwon

Radiation Agri. Div., Korea Advanced Energy Research Institute
**Dept. of Home Economics, King Sejong University*

(Received February 12, 1983)

Abstract

The cooking quality of irradiated chestnut after longterm storage were evaluated.

1. Color degree and tannin content of irradiated chestnut were slightly increased with the storage, but there was a little difference according to the radiation dose after nine months storage.
2. The main component of free sugars in the irradiated chestnut were identified as sucrose, glucose, fructose and the amino acids of chestnut were identified in the decreasing order of glutamic acid, aspartic acid, leucine, arginine, glycine, alanine, serine, pheylalanine, threonine, valine, isoleucine, tyrosine, methionine and cystein. Free sugars and amino acids of 25 *Krad* irradiated group showed a little difference compared with those of control group after nine months storage.
3. The calorie of candied chestnut prepared from nine months stored was marked 199 *Kcal*/100*g* of edible parts compared with 159 *Kcal* of raw chestnut.
4. Texture and sensory evaluation of candied chestnut prepared from nine months stored were better in 20-25 *Krad* irradiated group than in control group.

서 론

堅果類에 속하는 밤은 楽浪의 古墳에서 出土된 점으로 보아 原三国時代부터 栽培되었다고 볼 수 있으며[1] 1899年 Powell[2]에 따르면 '韓国人은 우리가 감자를 섭취하듯이 밤을 常食하고 있으며, 生食, 삶은 밤, 찐 밤, 군밤, 말린 밤, 가루내어 과자에 섞는 方法 등으로 食用한다'고 하여 우리 民族이 여러가지 方法으로 밤을 즐겨들었음을 나타내고 있다. 특히 1968년 이후

有実樹 植栽 奬励로 밤의 生産이 急増하여 1981년 63만M/T이 生産됨으로서 과잉생산단계에 이르게 되었고[3] 따라서 효과적인 장기저장법 개발과 다양한 加工法 研究가 절실히 요구되게 되었다. 밤의 효과적 장기저장법 개발을 目標로 研究한 第四報[4]에서 20~25$Krad$범위의 適正線量을 照射하여 自然低温貯蔵庫에 長期間 貯蔵한 밤은 理代学的 性質에 있어 非照射区보다 優秀하였다고 報告한 바 있으며, 이에 관련하여 放射線 照射에 의한 長期貯蔵 밤을 端境期의 加工原料로 利用하기 위한 基礎資料를 얻기 위하여 몇가지 調理適性을 検討하였기에 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

試料

試料는 1981년 9월20일에 収穫된 京畿道 龍仁産 中栗인 "玉光"을 구입, 한국에너지연구소内 60Co γ-ray 照射装置로 15, 20, 25, 30, 100$Krad$를 照射하여 第四報[4]와같이 自然低温貯蔵庫에 저장하면서 供試材料로 사용하였다.

化学成分 分析

가. 色度

貯蔵 初期·中期·末期에 真部 等[5]의 方法을 利用하여 속껍질까지 제거한 밤의 可食部만을 80% ethanol을 가하여 mortar에서 마쇄하여 30분간 방치하여 色素를 抽出시킨 후, 그 상등액만을 spectroptometer(Beckman UV DU-2) 425nm의 波長에서 吸光度를 측정하고 이에 희석배수를 곱한 값으로 표시하였다.

나. tannin

貯蔵 初期·中期·末期에 色度 測定에서와 마찬가지로 밤의 可食部만을 80% acetone을 가해 mortar에서 마쇄, 2시간 방치 후 그 상등액을 Folin-Denis법[6,7]으로 比色定量하였다.

다. 遊離糖

崔等[8]의 方法을 이용하여 抽出후 Table 1과 같이 HPLC를 이용하여 측정하고, 이를 糖 標準溶液의 검량선과 비교하여 환산 정량하였다.

라. 아미노산

동결건조시킨 밤 果肉 100mg을 취해 6 N Hcl을 가해 110±1℃에서 24시간 酸加水分解시키고 0.1N NaOH를 가해 4시간동안 室温에서 放置시킨 후 다시 0.1N Hcl을 가하여 High Speed Amino Acid Analyzer (HITACHI Model835-50)를 이용50μl씩 注入하여 이때 검출되는 14종의 아미노산의 정량[9] 및 이의 방사선 조사에 의한 변화를 검토하였다.

Table 1. Instrument conditions for sugar analysis by HPLC

Instrument	Analytical HPLC, ALC/GPC-244 (Waters Associates Inc.)
Column	Hibar-prepacked column Lichrosorb NH_2(10m), E. Merck
Solvent system	Acetonitrite : H_2O (75 : 25, v/v)
Flow rate	2.0ml/min
RIdetector	Attenuation 4 x
Chart speed	0.5cm/min
Sample load	20μl/injection

調理 및 食味性 検査

放射線 照射에 의한 長期貯蔵 밤을 剝皮後 Table 2와 같이 60° Bx 설탕시럽과 꿀 混合液에서 40분간 졸여 밤초(밤炒)를 製造하여 調理에 따른 熱量増加 여부 방사선 조사에 따른 調理 밤의 質感 및 官能性 変化를 검사하였다.

가. 熱量

밤 4g을 内径25mm의 스텐레스 스틸 캡슐에 넣고 fuse wire를 부착시켜 bomb内에서 산소를 주입, Adiabitic calorimeter의 bucket에 bomb를 넣어 연소시켜 이로부터 측정된[10] 熱量을 100g 당 $Kcal$로 表示하였다.

나. 質感(texture)

Instron Universal Testing Machine을 이용하여 Table 3과 같이 조리된 밤의 堅固性, 凝集性, 附着性 粘着性을 측정하였다.

다. 官能検査

한국에너지연구소 방사선 농학연구실 연구원 8명을 panel로 선정 훈련시킨 뒤 順位法[11]을 이용한 관능검사를 실시하였다.

Table 2. Processing conditions of candied chestnut

Preheat	Boiling in water for 8 min
Mixture ratio	BX 60% sugar syrup:Honey (3:1, v/v)
Adding soln. mixture soln.	3 times, every ten min
Boiled down time	40min
Adding amount of mixture soln.	6ml/a chest

Table 3. Instrument coditions of Instron

Corss head speed	100㎜/*min*
Chart speed	200㎜/*min*
Plunger	cylindrical shape
	φ1.7㎜, s.s
Load sensor	5 *kg*
Clearance	2 ㎜
Sample height	16㎜

結果 및 考察

色度 및 tannin함량의 변화

放射線 照射 밤의 長期貯藏後 変色 過程를 살펴보기 위한 밤의 色度 및 tannin함량의 측정 결과, 照射 밤 果肉의 変色은 肉眼的으로는 識別할 수 없었으나 Table 4와 같이 기계적 측정에서는 貯藏末期 즉 단경기에 이를수록 色度의 증가를 보여 다소 갈변했음을 알 수 있었고 이는 照射区뿐 아니라 非照射区에서도 同一한 현상을 나타내었다. 그러나 貯藏末期 시험구간의 色度는 3.35~3.75 0.0로서 照射에 의한 밤의 色度 変化는 거의 없음을 보이고 있고 따라서 第四報[4]에서 報告된 適正線量인 25*Krad*照射에 의한 밤의 色度変化는 貯藏末期 밤의 加工性에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

밤의 tannin구성성분은 주로 gallic acid이고[12] 그 外 成分은 3.6-digalloyl glucose, pyrogallol, resorcinol, chebulinic, chebulagic acid, sugar으로 밝혀졌으며[13] 이러한 polyphenol성 물질은 밤 果肉에 존재하는 peroxidase나 cytochrome oxidase에 의한 酵素的 変色의 主原因이 된다고 한다[14]. 照射 밤의 tannin함량 변화는 Table 5와 같이 貯藏末期에 이를 수록 현저한 증가현상을 나타내었는데 이는 삽피(揷皮)에 존재하는 다량의 polyphenol성 물질이 밤 果肉으로 移行되었기 때문으로 보이며, 貯藏末期 照射区의 tannin함량은 対照区보다 다소 높았는데 이러한 현상은 Uchiyama의 研究[15]에서 照射 밤의 tannin함량은 저장기간이 경과할수록 다소 증가한다고 한 보고와 一致하는 것이다.

Table 4. Color changes of the irradiated chestnuts

(Unit: O.D. at 540*m*)

	Dose(*Krad*)				
Invest. time	Cont.	15	20	25	30
Oct. 10, 1981	1.09	1.36	1.11	1.14	1.25
Apr. 10, 1982	1.92	2.30	2.17	2.14	2.25
Jun. 10, 1982	3.75	3.75	3.45	3.35	3.55

Table 5. Tannin content changes of irradiated chestnut

(Unit : *mg*%)

	Dose(*Krad*)				
Invest. time	Cont.	15	20	25	30
Oct. 10, 1981	3.43	2.51	3.12	3.25	3.42
Apr. 10, 1982	9.81	11.20	10.72	10.06	11.24
Jun. 10, 1982	16.29	26.50	22.00	24.75	20.25

遊離糖 및 아미노산 組成

照射 밤의 呈味性 検討를 위하여 貯藏末期(1982년 6월15일)에 対照区 및 25, 100*Krad* 照射区의 遊離糖과 아미노산을 同定하였다. 遊離糖 同定에 사용된 糖標準液의 HPLC chromatoqram은 Fig 1과 같으며, Fig 2의 対照区의 chromatoqram에서 볼 수 있듯이 밤의 主要遊離糖은 sucrose이며 그 外 小量의 glucose, fructose가 존재함을 알 수 있었는데 이는 真部[16]의 밤의 유리당은 sucrose, glucose, raffinose, fructose로 확인되었다는 보고와 비슷한 것이며 또한 밤의 遊離糖은 sucrose의 含量이 가장 높고 약간의 glucose가 함유되었다고 한 奈良[17]의 報告와도 大体로 一致하고 있다. 長期貯藏된 照射 밤의 遊離糖変化는 Table 6과 같이 照射線量에 따른 一定한 경향은 나타나지 않았으나, 본 실험에서 사용된 最高線量인 100*Krad* 照射区는 glucose함량이 対照区의 0.05*mg/g*보다 160 %가 증가된 0.13*mg/g*을 나타냄으로서 다당류나 이당류의 분해가 高線量 照射의 영향으로 활발히 이루어져 多量의 単糖類를 生成한다는 報告[18]와 一致하는 현상을 보이고 있으며, 奈良[17]은 50*Krad* 照射 밤의 glucose 함량은 対照区보다 100% 증가하였다고 보고하여 본 실험결과와 유사한 결론을 내린 바 있다. 高線量의 放射線 照射로 澱粉의 重合 一部가 절단되고 분해된다는것은 既知의 사실이며 Desrosier等[19]이 研究한 牛肉, glycogen의 照射時 変化는 2*Mard*照射線量에서 対照区 含量의 약 50%가 분해되었다는 보고 등을 감안해 볼 때, 본 실험의 適正照射線量은 第四報의 報告에서 25*Krad*임을 밝힌 바 있으며 이는 본 실험의 최고선량인 100*Krad*나 Desrosier가 사용했던 2*Mrad* (2,000 *Krad*)에 견주어 볼 때 지극히 低線量이라 할 수 있으므로, 本 実験에서 放射線 照射로 인해 야기될 수 있

는 澱粉分解나 遊離糖 含量変化는 照射 自体에 의한큰 영향보다도 主로 대사작용의 변동에 의한 것이라 생각되며 따라서 適正線量 照射에 의한 밤의 長期貯藏時 遊離糖 変化는 크게 문제되지 않을 것으로 사료된다.

Table 6. The effect of gamma irradiation on the free sugar composition of chestnuts

(Unit: mg/)

Sugar	Dose (Krad)		
	0	25	100
Sucrose	7.37	7.79	7.47
Glucose	0.05	0.04	0.13
Fructose	0.03	0.06	0.02

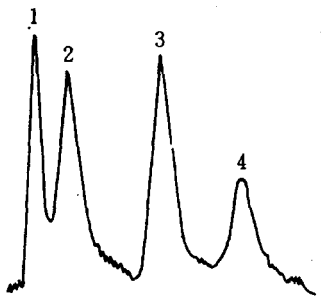

Fig. 1 HPLC chromatograms of sugar standard
1. fructose 2. glucose 3. sucrose 4. maltose

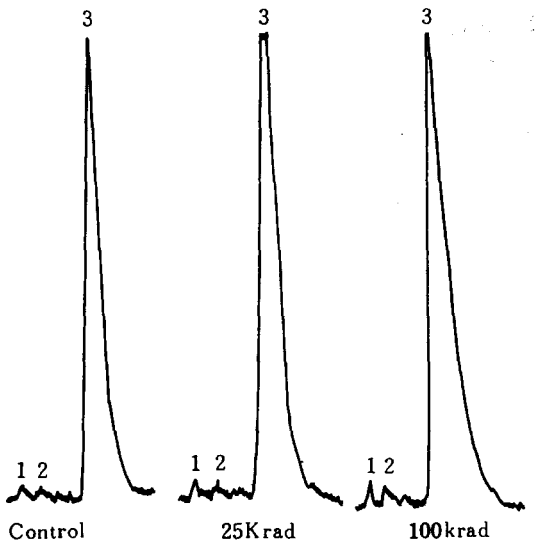

Fig. 2 Comparison of HPLC chromatograms of free sugars in the control and 25, 100K rad irradiated chestnuts
1. Fructose 2. Glucose 3. Sucrose

長期貯藏된 照射 밤의 아미노산 변화는 HITACHT M835 자동분석기에서 검출, 정량되는 아미노산에 대하여 검토한 결과 Table 7 에서와 같이 大体的으로 glutamic acid, aspartic acid, leucine, arginine, alanine, serine, phenylalanine, threonine, valine isoleucine, tyrosine, methionine, cystein順으로 높게 나타났으며 이때 qlutamic acid, aspartic, cystein등이 照射線量에 따른 量的変化의 심한 增減을 나

Table 7. The effect of gamma irradiation on the amino acid composition of chestnuts

(Unit: mg%/dry basis)

Amino acids	Dose (Krad)		
	Control	25	100
Asp	0.454	0.407	0.928
Thr	0.091	0.066	0.110
Ser	0.129	0.089	0.150
Glu	0.559	0.395	0.543
Gly	0.140	0.094	0.140
Ala	0.137	0.102	0.287
Cys	0.024	0.016	0.023
Val	0.085	0.058	0.033
Met	0.031	0.020	0.035
Ile	0.064	0.038	0.070
Leu	0.152	0.096	0.165
Tyr	0.037	0.029	0.043
Phe	0.111	0.081	0.129
Arg	0.149	0.109	0.312

타냄으로서 照射에 대한 민감한 반응을 보였는데, 이는 Auda等[20]의 放射線에 의한 대추야자열매 저장중 放射線 照射에 가장 민감한 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, histidine, lysine이었다는 보고와 대체로 一致하고 있는 것이다. 放射線 照射에 의한 단백질 구조의 변화는 peptide bond의 分解에만 基因하는 것은 아니고 H_2 또는 SH-bond의 분해로 부터 2차, 3차 구조를 갖는 결사슬의 변화에 기인하기도 한다고하며[21], 脂質이나 糖質 等의 非蛋白成分을 含有하고 食品의 경우 정제단백질의 경우와는 달리 放射線 照射의 간접작용으로 인해 放射線 分解産物이 生成되고 이것이 단백질 자체 및 단백질의 방사선 분해산물과 반응하게 되므로[22] 高線量 照射에 의한 直接的인 단백질 구조의 손실을 가져오지 않을 정도의 低線量 照射食品은 自体

Table 9. Analysis of judges score on the overall acceptability

Source of variation	Degress of freedom	Sum of squares	Mean square	F-value Computation	F-value Table siginification
Samples	4	19.86	4.97	31.06	3.83(1%) 3.10(5%)
Judges	0	0	0	0	
Error	35	5.67	0.16		
Total	39	25.53			

Table 10. The shortest significance range by Duncan's mutliple range test

	R_2	R_3	R_4	R_5	
Rp(1%)	3.82	3.99	4.10	4.17	
Rp	0.535	0.559	0.574	0.584	
Sample	Con.	15*Krad*	20*Krad*	25*Krad*	30*Krad*
Average	−0.188	−0.188	0.478	0.933	−1.16
Order	C	D	B	A	E
Significance	i	A − E = 2.093	R_5		
		A − D = 1.121	R_4	AB	CDE
		A − C = 0.996	R_3		
		A − B = 0.455			
	ii	B − E = 1.683	R_4		
		B − D = 0.666	R_3		
		B − C = 0.541	R_2	B	CDE
	iii	C − E = 1.097	R_3		
		C − D = 0.125	R_2	C	DE
	iv	D − E = 0.972	R_2	D	E
				A B C D E	

代謝過程의 変化에 기인한 아미노산이나 단백질 変化가 대부분이라 생각된다. 本 実験의 適正照射線量인 25*Krad* 照射区의 각 아미노산 含量은 対照区와 별다른 차이를 보이지 않았으나, 100*Krad* 照射区는 다소 増加現象을 나타내었는데, 이는 100*Krad* 照射한 대추야자열매의 대부분의 아미노산 含量이 증가하였다는 Auda 等[20]의 보고와 一致하고 있다.

밤초의 熱量

밤의 生産量이 급증한 近年에 이르러 加工法 開発研究가 活発히 이루어져 밤의 除皮方法[23], 変色防止法[14,24] 中間製品 加工[25], 甘露煎 製造[26] 및 熱処理 가공시화학성분 변화[27], 凍結乾燥時 成分変化[28]에 관한 보고들이 있었다. 本 実験에서 제조한 밤초(밤炒)는 꿀과 시럽의 混合液에서 졸인 韓国仏統飮食中 煎菓의 하나로서 그 제조법이 여러가지[29-31]있으나, 本実験을 위한 予備実験 結果 Table 2와 같은 조건에서 제조한 것이 우수한 全般的 品質(外観, 色態, 風味, 質感)을 나타내었기에 이 방법에 준하여 제조하였다. 밤초는 糖液의 카라멜화로 그 風味가 고소하고 高濃度糖液의 防腐役割로 長期貯蔵을 기할 수 있을 뿐더러 高칼로리 영양식으로 기대되는 바 Adiabitic calorimeter를 利用하여 측정한 熱量은 199*Kcal*/100*g* 로서 생밤의 159*Kcal*/가식부100*g* 에 비해 25% 이상의 열량이 증가되었다.

밤초의 질감

저장9개월에 제조한 밤초의 質感은 Table 8과 같이 対照区와 照射区간에 일정한 경향은 보이지 않았고, 堅固性만이 照射区가 対照区보다 다소 낮은 수치를 나타내었다.

Table 8. Texture parameters of candied chestnuts prepared from nine months stored chestnuts

(Unit : kg)

Texture charact / Dose(Krad)	Hardness	Cohesiveness	Adhesiveness	Gumminess
Cont.	1.20	0.52	0.10	62.40
15	1.28	0.70	0.06	89.60
20	0.91	0.63	0.05	57.33
25	1.13	0.74	0.14	83.62
30	1.09	0.76	0.11	109.44

밤초의 관능검사

照射밤의 調理適性 검토를 위해 저장9개월에 제조한 밤초의 全般的 嗜好性을 順位法을 利用, 評価한 結果 1순위의 25*Krad*区에 이어 20*Krab*区, 対照区, 15*Krad*区, 30*Krad*区의 選好를 나타내었다. 검사원의 평가를 分散分析하여 Table 9와 같이 1% 水準의 有意差를 인정하였으며 따라서 試料間 有意性 検証을 위한 Duncan 다범위 검사 결과 Table10과 같이 対照区와 照射区 간의 유의차가 인정되었을 뿐 아니라 照射線量間에도 유의차가 인정되었다. 이러한 결과는 제4보[4]와 관련지어 볼 때, 25*Krad* 내외의 放射線을 照射한 밤의 貯蔵性은 対照区보다 우수하였을 뿐만 아니라 加工에 영향을 주는 몇가지 요인(색도, 탄닌, 정미성분, 질감 등) 및 조리된 제품의 관능성에 있어서도 対照区보다 열등하지 않았음을 나타내었는데 이는 Hayakawa 等[33]이 보고한 적정선량의 放射線을 照射하여 저장한 밤의 관능성은 対照区보다 열등하지 않다고 한 結果와 一致하고 있다.

요 약

放射線 照射에 의한 長期貯蔵 밤의 調理適性을 検討하기 위한 몇가지 실험을 행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 밤의 갈변요인인 色度와 tannin성 물질은 저장기간이 경과할 수록 다소 증가하였으나, 貯蔵末期에 照射線量에 따른 차이는 나타나지 않았다.

2. 貯蔵末期 밤의 呈味性에 영향을 주는 遊離糖 및 아미노산 組成은 適正照射線量인 25*Krad*区에 있어 照射에 의한 영향은 보이지 않았다.

3. 貯蔵末期 밤으로 제조한 밤초의 열량은 199*Kcal*/100*g* 으로서 생밤의 159*Kcal*/100*g* 가시부에 비해 25%의 열량 증가를 보여 高칼로리 영양식으로 기대된다.

4. 貯蔵末期 제조한 밤초의 質感과 官能性은 20~25*Krad*照船区가 対照区보다 우수한 것으로 나타났다.

문 헌

1. 李盛雨 : 韓国食生活史研究, 郷文社(서울), p. 121 (1978)
2. Jasper, G. W. : *Tree Nuts*, AVI(Westport), p. 269 (1967)
3. 山林廳; 山林廳 統計年報(1980)
4. 趙漢玉, 梁好淑, 辺明宇, 権重浩, 金鍾君 : 韓国食品科学会誌, 15(1983)
5. 真部孝明, 別所康守, 兒玉雅信 : 日本食品工業学会誌, 18, 563(1971)
6. A. O. A. C. : *Official Methods of Analysis*. p. 158 (1980)
7. Swain, T. and Hillis, W. E. : *J. Sci. Fd. Agric.*, 10, 63(1959)
8. 崔鎭浩, 張辰奎, 朴吉童, 朴明漢, 呉成基 : 韓国食品科学会誌, 13, 108(1981)
9. Hitachi Inc. : *Manual of High Speed Amino Acid Analyzer*, p. 4(1980)
10. Parr Instrumental Co. : *Manual of Adiabitic Calorimeter*(1977)
11. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상 : 食品科業品質管理論, 裕林文化社(1982)
12. Kurogi, M. and Bessho, Y. : *Shokuhin Sogo Kenkyusho Kenkyu Hokuku*, 36, 33(1980)
13. Biffl. M. : *Glas Sumske Pokuse*17, 5(1974)
14. Harada, N. : *J. Jap. Soc. Hort. Sci*, 30, 125(1961)
15. Uchiyama, Y. : *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 35, 89(1966)
16. 真部孝明 : 日本食品工業学会誌, 13, 480(1966)
17. 奈良省三 : 日本農芸化学会誌, 35, 415(1961)
18. 芝崎勲 : 食品殺菌工学, 光林書院, p. 260(1979)
19. Desrosier, N. W. and Rosenstock, H. M. : *Radiation Technology in Food, Agriculture and Biology*, AVI(Westport), p. 111, 145(1960)
20. Auda, H., Mirjan, J., Al-Wandawi, H. and Al-charchafchi, F. : *IAEA Report*, IAEA-SM-116/17, 21(1976)
21. Bacg, Z. M. and Alexander, P.; *Fundamentals of Radiobiology*, Pergamon Press(1961)
22. Urbain, W. M.; *Radiation Chemistry of Major*

Food Components, North-Holland Biomedical Press, p. 62 (1981)
23. 徐奇奉, 韓判柱, 李聖鍾：韓国食品科学会誌, 6, 98 (1974)
24. 申応泰：食品技術, 2, 76 (1980)
25. 李賢裕, 呉相龍, 申東禾：食品研究所事業報告書, 3, 71 (1979)
26. 李賢裕, 朴光燻, 閔丙蓉, 徐奇奉：食品研究所 事業報告書, p23 (1977)
27. 申斗鎬, 呉萬鎭, 金聖烈烈：忠南大 農業技術研究報告, 8, 117 (1981)
28. 河奉錫, 裵明淑, 鄭泰明, 成洛珠, 孫良玉：韓国食品科学会誌, 14, 97 (1983)
29. 김제옥：가정요리백과, 三中堂, p588 (1966)
30. 박숭애, 김종군：韓国調理, 首都師大出版部, p158 (1976)
31. 조자호：世界의 家庭料理, 三省出版社, p134 (1980)
32. Hayakawa, A., Umeda, K. and Shiroish, M.: *Shokuryo Kenkyusho Kenkyu*, 18, 200 (1974)