

한국산 차엽의 수축 및 복원특성

서재신[†] · 최병민* · 강성구

순천대학교 식품공학과

*순천대학교 농업기계공학과

Characteristics of Shrinking and Rehydration of Korean Tea-Leaves

Jae-Sin Seo[†], Byoung-Min Choi* and Seong-Koo Kang

Dept. of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

*Dept. of Agricultural Machinery Engineering, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

Major characteristics of shrinking and rehydration of Korean tea-leaves were investigated in the hot-air drying equipment. Experiments were performed with various drying temperature, plucking time, heating method and rolling condition. The values of shrinking ratio and rate were the highest at 70°C in the range of 30°C to 90°C. The 1st tea-leaves and roasting tea-leaves showed higher values. Shrinking ratio was 16.62 and 19.62% for leaves and stems; shrinking rate was found 0.083 and 0.091 cm/hr · cm, respectively. The rehydration characteristics of tea-leaves at the drying temperature of 30°C were fairly satisfactory. The 2nd tea-leaves showed higher value than others, while the natural tea-leaves were lower. Average rehydration ratio and rehydration rate constant were 85.7% and 0.063/min for leaves; 80.1% and 0.032/min for stems, respectively.

Key words: Korean tea-leaves, shrinking ratio, rehydration ratio

서 론

차는 차나무과(*Camellia Sinensis* Linne)에 속하는 대엽종 차나무(*Camellia Sinensis* Linne Var. *Bohea*)와 소엽종 차나무(*Camellia Sinensis* Linne Var. *Macrophylla*)의 잎으로 만든 것을 말하는 것으로서, 원산지는 중국의 운남성과 인도의 아삼(Assam)지방으로 알려져 있다(1,2).

차의 약리효과는 머리를 맑게 하고 피로를 풀어주며, 이노작용, 항염성작용, 고혈압 및 혈당량에 대한 감소작용과 혈중 지질 농도의 감소효과, 동맥경화 억제, 노화방지, 내방사선 효과 및 항암작용 등(3-6)이 보고되고 있으며, 인체에 대한 질병예방이나 치료를 위한 의료적인 음료는 물론 일상음료로서도 응용하고 있다.

녹차는 차엽에 함유되어 있는 효소를 불활성화시키고 효소에 의한 성분변화(주로 산화)를 막기 위하여 증기로 열처리하거나(증상차, 찐차), 덫어서(덫음차, 볶음

차), 기계 및 손으로 비벼가며 건조시켜 만든다(2,7,8).

건조과정 중에 일어나는 변화에는 여러 가지가 있으나, 이중 수축은 건조표면적의 변화, 확산계수의 변화 및 식품내부에 압력차를 생기게 하여 건조속도에 영향을 주기 때문에 건조시의 수축을 무시하여서는 안되며(9), 건조식품의 복원은 식품의 조직과 성분의 변성이 크게 영향을 미친다(10). 또한 건조에 의한 조직의 변화, 복수성의 저하 및 신선도가 떨어지는 것은 식품의 품질저하를 의미한다(11).

녹차에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 주로 화학성분에 관한 연구(2,1-17)이며, 차엽의 건조에 대한 연구로는 서 등(18)이 보고한 바 있지만 건조속도와 확산에 대한 것이고 수축 및 복수성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 효과적인 녹차건조공정을 규명하기 위한 기초적인 자료를 얻기 위하여 열풍건조기를 사용하여 건조한 후 채엽시기, 가공방법 및 건조온

[†]To whom all correspondence should be addressed

도 등에 따른 수축특성 및 복수특성에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

전라남도 영암군 지역에서 재배하는 차엽(*Thea sinensis* Linne var. *Yabukida*)을 5월 상순(1번 차엽; 1st tea-leaves), 7월 상순(2번 차엽; 2nd tea-leaves) 및 9월 상순(3번 차엽; 3rd tea-leaves)에 채엽하여 이 중 일부는 녹차공장에서 덤음처리하고, 이 덤음처리한 것 중 일부를 20 및 40분씩 유념처리한 후 덤음차엽(roasted tea-leaves)의 시료로 하였다. 또한 채엽된 차엽의 일부를 96~98°C의 증기로 90~120초 동안 처리하여, 이 중 일부를 20 및 40분간 유념시켜 증자차엽(steamed tea-leaves)의 시료로 하였다. 또 채엽한 그대로의 원료인 생차엽(natural tea-leaves)을 대조구로 했으며, 잎과 줄기로 분리하여 사용하였다.

실험장치

건조기는 강제순환식 열풍건조기(Pickstone Co., RE, U.K.)를 사용하였고, 건조온도는 30, 50, 70, 및 90°C로 하였으며, 건조시간은 2시간, 건조실내의 평균 풍속은 0.4m/sec의 조건에서 건조실험을 실시하였다. 이 건조온도와 시간은 실제공장에서 건조시 행하여지고 있는 건조조건을 기초로 하여 설정하였다.

수축특성

수축정도는 건조전과 건조후의 크기를 caliper를 사용하여 측정하였는데, 잎은 길이와 폭을, 줄기는 길이와 직경을 측정하였다. 수축속도는 橫屋(19)의 방법에 따랐다. 즉 1시간에 건조 후의 길이 1cm당 수축된 길이(cm)로 나타내었으며, 수축율은 橋本과 大島(20)의 방법에 준하여 다음식으로 구하였다.

$$\text{Shrinking ratio}=(1-L/L_0)\times 100 \quad (1)$$

L: 건조 후 길이, L₀: 건조 전 길이

복수특성

柴崎과 淺野(21) 및 橫屋(22)의 방법에 따라 금속망으로 된 용기에 건조한 시료를 넣고, 시료용기를 증류수가 채워진 항온수조(30°C)에 넣어 침지시켜, 일정시간 간격으로 평량하여 항량이 될 때를 복수량으로 하였다. 복수율 및 복수속도 상수는 橫屋(22,23)의 방법에 준하여 다음의 식으로 구하였다.

$$\text{Rehydration}=\frac{M_e-M_s}{W_n}\times 100 \quad (2)$$

M_e: 복수 후의 중량, M_s: 고형분량, W_n: 생원료의 수분량

$$\text{Rehydration value(d.b.)}=(M-M_0)/M_s \quad (3)$$

M: t시간 복수 후의 중량(g), M₀: 복수 전의 중량(g)

M_s: 시료 고형분의 중량(g)

복수속도 상수

$$\text{Log}\frac{W_e-W}{W_e-W_0}=-Kt \quad (4)$$

K: 복수속도 상수(min⁻¹), W₀: 복수 초기의 복수량(d.b.)

W: t시간 후의 복수량(d.b.), W_e: 평형시의 복수량(d.b.)

결과 및 고찰

수축특성

50°C에서 건조시 채엽시기에 따른 생, 증자 및 덤음차엽의 수축율 및 수축속도를 평균하여 Table 1에 나타내었다.

채엽시기에 따른 수축율로서 1, 2 및 3번 차엽에 대한 전체의 평균값은 각각 20.85, 14.75 및 16.62%로 조직이 부드러운 1번 차엽의 수축율이 제일 컸으며, 수축속도는 각각 0.105, 0.074 및 0.084cm/hr·cm로서 역시 1번 차엽에서 크게 나타났고, 2번 차엽의 수축율과 수축속도가 작은 것은 잎의 두께가 두꺼웠기 때문으로 생각되었다. 즉 1, 2 및 3번 차엽의 잎 두께는 평균 0.193, 0.215 및 0.202mm로 2번 차엽의 잎 두께가 제일 두꺼웠다.

Table 2는 50°C에서 건조시 가열방법에 따른 1, 2 및 3번 차엽의 수축율과 수축속도를 평균하여 나타낸 것이다.

가열방법에 대한 전체의 평균값은 생, 증자 및 덤음차엽의 경우 수축율이 각각 18.24, 14.30 및 19.69%이고, 수축속도는 각각 0.091, 0.073 및 0.099cm/hr·cm로서 덤음 차엽이 가장 컸다.

1번과 2번 차엽 중 증자와 덤음처리한 차엽을 각각 20 및 40분간 유념한 것과 유념하지 않은 것(0분)에 대한 수축율과 수축속도를 평균하여 Table 3에 나타내었다.

Table 3에서 보는 바와 같이 유념시간에 따라 잎과 줄기의 수축특성이 모두 증가하였으며, 특히 잎쪽의 폭의 증가도가 크게 나타났다. 이는 유념함에 따라 탈수량이 많아지기 때문으로 생각된다. 유념시간 0, 20 및 40분 때의 수축특성을 전체 평균값으로 비교하면 각각 수축율은 16.85, 27.54 및 29.58%이고, 수축속도는 0.085, 0.136 및 0.151cm/hr·cm였다.

Table 1. Comparison of average shrinking characteristics of different plucking times in tea-leaves

Materials		Shrinking ratio(%)		Shrinking rate(cm/hr · cm)	
		Length	Width or Diameter	Length	Width or Diameter
1st	Leaves	16.37	21.07	0.084	0.105
	Stems	5.94	39.66	0.031	0.198
2st	Leaves	7.93	16.30	0.040	0.082
	Stems	3.00	31.78	0.015	0.159
3rd	Leaves	10.02	16.85	0.050	0.084
	Stems	3.64	35.97	0.018	0.183

Drying temp., 50°C; 1st, 2nd and 3rd, plucking time(May, July and September)

Table 2. Comparison of average shrinking characteristics of different heating methods in tea-leaves

Materials		Shrinking ratio(%)		Shrinking rate(cm/hr · cm)	
		Length	Width or Diameter	Length	Width or Diameter
Natural	Leaves	15.58	18.85	0.078	0.092
	Stems	4.89	34.13	0.024	0.171
Steaming	Leaves	6.95	12.52	0.035	0.063
	Stems	3.30	34.41	0.017	0.175
Roasting	Leaves	12.15	23.34	0.061	0.117
	Stems	4.39	38.87	0.024	0.194

Drying temp., 50°C

Table 3. Comparison of average shrinking characteristics of different rolling time in 1st and 2nd tea-leaves

Rolling time (min)	Materials	Shrinking ratio(%)		Shrinking rate(cm/hr · cm)	
		Length	Width or Diameter	Length	Width or Diameter
0	Leaves	11.52	19.61	0.058	0.098
	Stems	4.32	31.96	0.023	0.160
20	Leaves	17.07	34.16	0.085	0.171
	Stems	9.78	49.14	0.049	0.238
40	Leaves	19.13	38.30	0.096	0.192
	Stems	9.81	51.08	0.050	0.267

Drying temp., 50°C

Table 4는 건조온도 30, 50, 70 및 90°C의 조건하에서 각각 건조한 1번과 2번 차엽의 수축율과 수축속도를 평균하여 잎과 줄기에 대하여 나타낸 것이다.

길이는 잎쪽이, 폭(직경)은 줄기쪽이 컸다. 줄기는 내부에 수로가 있기 때문에 직경쪽의 수축이 현저하게 나타났으며, 잎은 길이쪽으로도 상당한 수축을 보였다. 잎과 줄기에 대한 수축특성을 전체 평균값으로 비교하여

보면 수축율은 16.62와 19.26%이고 수축속도는 0.083과 0.097cm/hr · cm로 모두 줄기가 잎보다 크게 나타났다.

1번 차엽의 시료를 30, 50, 70 및 90°C로 각각 건조한 경우의 수축율을 얻은 Fig. 1에, 줄기는 Fig. 2에 나타내었다.

수축율은 Fig. 1과 2에서 보는 바와 같이 30°C로 건조한 경우가 상당히 작았으며, 건조온도가 증가함에 따라 수축율도 증가하였으나, 90°C의 경우는 오히려 70°C 경우 보다 작은 경향을 나타내었는데, 이는 건조 초기에 건조속도가 빠르면 재료의 외층이 굳어져 그 최종 부피는 건조 초기에 정해지기 때문인 것으로 생각되었다(24). 篠原과 和田(25)은 고구마의 건조실험에서 50, 70 및 90°C 때의 수축율을 20.1, 23.8 및 40.0%로 보고하였는데, 본 실험에서는 1번 차엽의 잎에서는 폭의 수축율이 각각 21.1, 35.8 및 31.1%나 되어 큰편이고, 줄기의 경우도 직경 수축율이 각각 평균 39.7, 49.0 및 33.0%로서 크게

Table 4. Comparison between average shrinking characteristics of leaves and stems in 1st and 2nd tea-leaves

Materials	Shrinking ratio (%)		Shrinking rate (cm/hr · cm)	
	Length	Width or Diameter	Length	Width or Diameter
Leaves	12.24	20.99	0.061	0.105
Stems	5.32	33.21	0.027	0.166

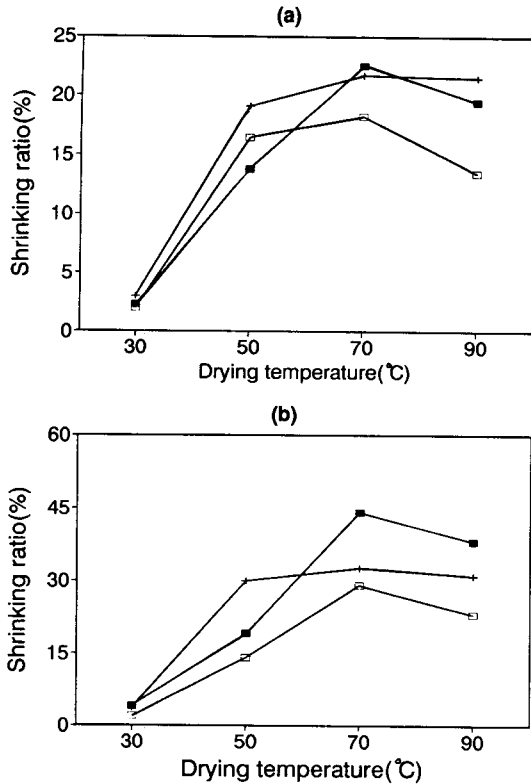


Fig. 1. Effect of drying temperature on shrinking ratio of length(a) and width(b) in leaves of 1st tea-leaves.
 □: Natural tea-leaves; ■: Steaming tea-leaves; +: Roasting tea-leaves

나타났다.

수축속도는 수축율과 같은 경향을 보였다. 즉 건조 온도가 높아질수록 수축속도는 증가하여 70°C에서 최대치를 나타냈으나, 90°C의 경우는 70°C보다 작았다.

복수특성

건조온도 30, 50, 70 및 90°C에서 각각 건조한 1번과 2번 차엽을 30°C의 증류수에서 복수시킨 경우, 채엽시

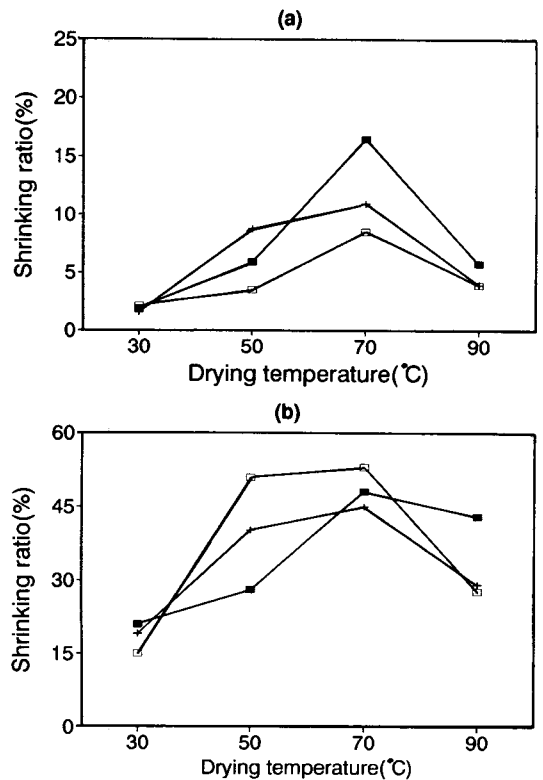


Fig. 2. Effect of drying temperature on shrinking ratio of length(a) and diameter(b) in stems of 1st tea-leaves.
 □: Natural tea-leaves; ■: Steaming tea-leaves; +: Roasting tea-leaves

기와 가열방법에 따른 복수율과 복수속도상수를 Table 5에 나타내었다.

橫屋(19)는 다시마에 있어서 복수현상을 생육환경, 채취시기, 종류 등에 따른 차이가 있어 대단히 복잡한 요인을 갖고 있다고 보고하였는데, 본 실험에서도 Table 5에서 보는 바와 같이 1번과 2번 차엽의 복수율 및 복수속도의 평균값은 각각 82.34와 83.43% 및 0.0469와 0.0474/min.로 2번 차엽이 다소 컸다. 그리고 50°C로 건조한 3번 차엽을 같은 조건에서 건조한 2번 차엽과 비교하면, 복

Table 5. Comparison of rehydration characteristics of different plucking times and heating method in tea-leaves dried at different drying temperature

Materials	Rehydration ratio(%)		Rehydration rate constant(min ⁻¹)	
	1st	2nd	1st	2nd
Natural	78.80	81.27(80.04)	0.0411	0.0345(0.0378)
Steaming	83.69	84.69(84.19)	0.0506	0.0513(0.0510)
Roasting	84.53	84.34(84.44)	0.0489	0.0563(0.0526)
	(82.34)	(83.43)	(0.0469)	(0.0474)

Numbers in parenthesis indicate average value; temperature of soaking water, 30°C; 1st and 2nd, plucking time(May and July)

Table 6. Comparison of rehydration characteristics on rolling time in dried 1st and 2nd tea-leaves after steaming and roasting treatment

Rolling time (min.)	Rehydration ratio(%)		Rehydration rate constant(min ⁻¹)	
	Leaf	Stems	Leaf	Stems
0	85.07	78.46(81.77)	0.0632	0.0274(0.0453)
20	88.83	83.35(86.09)	0.0787	0.0506(0.0647)
40	91.35	83.44(87.40)	0.0912	0.0702(0.0807)

Numbers in parenthesis indicate average value; drying temp., 50°C; temperature of soaking water, 30°C

Table 7. Comparison of rehydration characteristics on leaves and stems in tea-leaves dried at different drying temperature

Materials	Rehydration ratio(%)		Rehydration rate constant(min ⁻¹)	
	1st	2nd	1st	2nd
Leaves	84.25	87.19(85.72)	0.0626	0.0623(0.0625)
Stems	80.44	79.67(80.06)	0.0311	0.0324(0.0318)

Numbers in parenthesis indicate average value; temperature of soaking water, 30°C; 1st and 2nd, plucking time (May and July)

수율은 81.10과 82.86%로 2번 차엽이 컸고, 복수속도 상수는 0.0328과 0.0404/min.로 역시 2번 차엽에서 크게 나타났다. 한편 증자처리한 차엽은 덩음처리한 차엽과 큰 차이가 없었으나, 이들과 열처리하지 않은 생차엽과는 각각 84.32와 80.04% 및 0.0518과 0.0378/min.로 생차엽이 상당히 적게 나타났는데, 이는 생체조직의 저항력에 기인하는 것으로 생각되었다.

증자 및 덩음 처리한 1번과 2번 차엽을 각각 0, 20 및 40분간 유념하여, 50°C로 건조한 후, 유념시간에 따른 복수율과 복수속도상수를 Table 6에 나타내었다.

Table 6에서 보는 바와 같이 유념을 할수록 복수특성이 좋아지는 결과를 얻었는데, 이는 유념에 의한 조직의 손상이 물의 침투를 용이하게 해주기 때문으로 생각되었다.

건조온도 30, 50, 70 및 90°C에서 건조한 1번과 2번 차엽을 30°C의 증류수에서 복수시킨 경우, 잎과 줄기에 대한 평균 복수율과 복수속도상수를 Table 7에 나타내었다.

Table 7에서 보는 바와 같이 잎과 줄기의 평균 복수율과 복수속도상수는 각각 85.72와 80.06% 및 0.0625와 0.0318/min.로 잎의 복수특성이 더 좋았다. 横屋(23)는 복수속도가 큰 것은 대부분의 수분이 공기이나 모세관을 통하여 세포내에 도달하는 것이라고 하였으나, 柴崎(21)는 시료의 두께가 큰 영향을 준다고 하였다. 따

라서 본 실험에서도 직경이 큰 줄기쪽의 복수특성이 작게 나타난 것으로 생각되었다.

30, 50, 70 및 90°C에서의 복수율은 각각 88.15, 80.97, 81.27 및 81.16%로 50°C 이상에서는 별 차이가 없었으나, 30°C의 경우 50°C 이상의 값들과는 상당한 차이가 났다. 특히 잎에서 현저한 차이가 났는데, 이는 수축율과 관련이 있는 것으로 30°C의 수축율은 50°C 이상에 비하여 상대적으로 작았으며, 또한 줄기보다 잎의 수축율이 작았기 때문으로 생각되었다. 한편 복수속도상수도 복수율의 변화와 비슷한 경향으로 나타났으나, 잎의 경우 70°C로 건조한 것이 다소 컸는데, 이는 건조에 의한 수분의 감소량이 많았던 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 그러나 90°C 때 오히려 작아진 것은 표면막의 경화에 의한 것으로 생각되며, 또 줄기의 경우는 수축으로 인한 내부간격의 접근으로 50°C 때 현저하게 감소하였고, 그 이후는 약간씩 감소되었다.

요 약

한국산 녹차의 효과적인 건조공정을 규명하기 위한 기초자료를 얻기 위하여, 실험실 규모의 열풍건조장치를 사용하여 채엽시기, 가열방법, 유념 및 건조온도 등에 따른 차엽의 수축특성과 복수특성을 조사한 결과는 다음과 같았다. 수축율 및 수축속도는 30~90°C의 온도 범위 중, 70°C 근방에서 가장 컸으며, 그 중 1번 차엽과 덩음차엽의 경우가 크게 나타났다. 또한 잎과 줄기의 수축율은 평균 16.62와 19.26%였고, 수축속도는 0.083과 0.097cm/hr·cm로서 잎이 컸으며, 특히 잎에서는 폭이, 줄기에서는 직경의 수축율과 수축속도가 유념에 따라 증가하였다. 복수특성은 30°C로 건조한 경우가 가장 컸으며, 50, 70 및 90°C의 경우에는 상호간에 별 차이가 없었고, 2번 차엽의 복수특성이 컸다. 또한 생차엽이 제일 컸고 증자차엽과 덩음차엽은 비슷하였다. 잎과 줄기의 평균 복수율은 85.7과 80.1%이고, 복수속도상수는 0.063과 0.032/min.로서 모두 잎이 컸으며, 유념을 함에 따라 증가하였다.

문 헌

1. 김재생 : 한국의 전통다문화에 대한 민속식물학적인 연구. 경상대학교 경남 문화연구소, 5, 99(1982)
2. 신미경 : 한국산 야생녹차의 품질에 관한 종합적 연구. 한양대학교 대학원 박사학위논문(1985)
3. Chen, Z. : Tea production in China and therapeutic effect of tea. *Food Science and Industry*, 22, 28(1989)
4. Cheng, S. J., Gao, Y. N., Ho, C. T. and Wang, Z. Y. : Studies on antimutagenicity and anticarcinogenicity

- of green tea antioxidant. *Food Science and Industry*, **22**, 61(1989)
5. Hayashi, E. M. D. : The pharmacological action of tea extracts on the central nervous system in mice. *Food Science and Industry*, **22**, 58(1989)
 6. Shimizu, M., Wada, S., Hayashi, T., Arisawa, M., Ikegaya, K., Ogaku, S., Yano, S. and Morita, N. : Studies on hypoglycemic constituents of Japanese tea. *식품과학과 산업*, **22**, 67(1989)
 7. 김계원 : 한국의 다문화와 다도. *한국다문화학회지*, **1**, 147(1986)
 8. 농어촌개발공사 종합식품연구원 : 녹차제조기술지침서 (1986)
 9. 清水辛夫 : タペコ葉の乾燥収縮に関する研究(第2報). *日本農業機械學會誌*, **32**, 47(1969)
 10. 박영호 : 수산식품가공학. 형설출판사, p.253(1986)
 11. 松野隆一, 中材厚三, 古田 武, 田門 肇 : 濃縮と乾燥. *食品工學基礎講座* 第6卷, 光琳, p.276(1988)
 12. 신미경 : 한국산 녹차의 특성. *식품과학과 산업*, **22**, 13(1989)
 13. 정유미, 은종방, 김동연 : 한국 야생차의 성분에 관한 연구. 제2보 아미노산 및 무기성분에 관하여. *한국다문화학회지*, **1**, 111(1986)
 14. 김창목, 최진호, 오성기 : 차 제조중의 주요성분의 화학적 변화. *한국영양식량학회지*, **12**, 99(1983)
 15. 김동연, 정지훈, 김관, 이종욱, 박근형 : 한국산 차엽의 특수성분에 관한 연구. *한국농화학회지*, **22**, 97(1979)
 16. 고영수, 이인숙 : HPLC에 의한 증제와 볶음녹차 중의 유리아미노산과 유리당의 정량. *한국영양식량학회지*, **14**, 301(1985)
 17. 신애자, 천석조 : 한국산 녹차의 품종 및 가공방법에 따른 이화학적 성상. *한국조리과학회지*, **4**, 47(1988)
 18. 서재신, 허종화, 최병민 : 한국산 차엽의 가공방법에 따른 건조특성에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **25**, 318(1996)
 19. 横屋敬七 : リシリコンブの乾燥収縮について. *日本農藝化學會誌*, **51**, 281(1977)
 20. 橋本健司, 大島浩 : 水産物の乾燥工程中の變化. 1. 리シリ콘브의 건조곡선에 대해서. *北水試月報*, **23**, 8(1971)
 21. 柴崎一雄, 淺野三夫 : 食品の凍結および凍結乾燥に関する研究-II. *日本食品工業學會誌*, **12**, 137(1965)
 22. 横屋敬七 : 養殖 マコンブの復水特性とテクスチャーについて. *日本食品工業學會誌*, **47**, 1637(1981)
 23. 横屋敬七 : 乾燥マコンブの復水性に及ぼするアミノ酸および酸類の影響. *日本水産學會誌*, **49**, 103(1983)
 24. 下裕亮 : 食品工學. 塔出版社, p.220(1982)
 25. 藤原久, 和田正雄 : 芋類の乾燥について. *日本化學工學會誌*, **19**, 568(1955)

(1997년 9월 20일 접수)